

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ
ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ
ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ**

του
Κυρικλίδη Κωνσταντίνου

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του
μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος
«Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και
Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας.

Κομοτηνή
2010

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Θεόφιλος Πυλιανίδης, Αναπ. Καθηγητής

2ος Επιβλέπων: Σπύρος Κέλλης, Καθηγητής

3ος Επιβλέπων: Ανδρέας Ζαφειρίδης, Λέκτορας



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 9067/1

Ημερ. Εισ.: 24/11/2010

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

796.334

ΚΥΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102877

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κωνσταντίνος Κυρικλίδης: Η επίδραση δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων διαλειμματικής προπόνησης στην αερόβια ικανότητα νεαρών ποδοσφαιριστών κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

(Με την επίβλεψη του κ. Θεόφилου Πυλιανίδη, Αναπλ. Καθηγητή)

Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών διαλειμματικών μεθόδων προπόνησης, της μικρής διάρκειας (15s-15s) και της ακραίας μικρής διάρκειας (6s-30s), όσον αφορά στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας νεαρών ποδοσφαιριστών κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου. Στην παρούσα έρευνα πήραν μέρος τριάντα τρεις μέτρια προπονημένοι ποδοσφαιριστές της ίδιας ομάδας. Οι συμμετέχοντες αφού υποβλήθηκαν σε μέγιστο τεστ εργοσπιρομετρικού ελέγχου χωρίστηκαν σε τρεις ισοδύναμες ομάδες, Α (ομάδα ελέγχου $n=11$), Β (ομάδα παρέμβασης 15s-15s, $n=11$) και Γ (ομάδα παρέμβασης 6s-30s, $n=11$). Οι ομάδες ακολούθησαν παρόμοιο προπονητικό πρόγραμμα, με μόνη διαφορά την επιπρόσθετη διαλειμματική άσκηση, για ένα διάστημα δέκα εβδομάδων. Στο εβδομαδιαίο πρόγραμμα της Β ομάδας προστίθονταν δύο διαλειμματικές ασκήσεις (6 -8επ.*15sec)*3σετ. στο 120% vVO_{2max} με 15sec παθητική ξεκούραση ανά προσπάθεια και 3min παθητική ξεκούραση ανά σετ, ενώ στο πρόγραμμα της Γ ομάδας προστίθονταν δύο διαλειμματικές ασκήσεις (6-8επ.*6sec)*3σετ. στο 145% vVO_{2max} με 30sec παθητική ξεκούραση ανά προσπάθεια και 3min παθητική ξεκούραση ανά σετ. Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (προπονητική παρέμβαση Χ χρόνο) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα «χρόνο» (two-way-ANOVA). Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι ομάδες Β και Γ παρουσίασαν σημαντικές αυξήσεις της VO_{2max} (9,6% και 7,4%, αντίστοιχα) καθώς και της vVO_{2max} (5,8% και 5,3%, αντίστοιχα, $p<.05$), ενώ η Α δεν παρουσίασε διαφορές (1,49% και 2,55%). Παρά την τάση για μεγαλύτερη βελτίωση της VO_{2max} στην ομάδα Β σε σχέση με την ομάδα Γ αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p>.05$). Συνοψίζοντας, η διαλειμματική προπόνηση μικρής διάρκειας (15s-15s) παρουσιάζει μία τάση να είναι πιο αποτελεσματική ως προς τη βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) και της ταχύτητας που σημειώνεται στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_{2max}) σε σχέση με αυτή της ακραίας μικρής διάρκειας (6s-30s).

Λέξεις κλειδιά: διαλειμματική προπόνηση, μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, ταχύτητα μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, αναερόβιο κατώφλι, ποδόσφαιρο

ABSTRACT

Konstantinos Kiriklidis: The effects of in season two different protocols in aerobic capacity to young soccer players
(Under the supervision of Theofilos Pilianidis, Associate Professor)

The intention of the research was to investigate the effectiveness of two different interval methods of raining , of small duration (15s -15s) and of extremely small duration (6s -30s) with regard to improvement of the aerobic ability in young amateur footballers during match-playing time. In this research thirty three footballers ,members of the same team, average training fitness level took part. The participators, after undergoing the maximum test-ergospyrometric check, were divided into three equivalent teams, A (team verification n=11), B (team mediation 15s-15s, n=11) and C (team mediation 6s-30s, n=11). The teams followed similar training programmes, the only difference being increased interval exercise, for a period of ten weeks. In the weekly programme the B team added two interval exercises (6-8*15sec)*3set at 120% vVO₂max with 15 sec passive rest at each attempt and 3min passive rest each set, while the programme of the C team added two interval exercises (6-8*6sec)*3set at 145% vVO₂max with 30 sec passive rest at each attempt and 3min passive rest each set. For the statistical elaboration of the results fluctuation analysis was carried out regarding two factors (training intervation * time) with repeated measurements of the productive time (two way-ANOVA). The analysis of the results highlighted that teams B and C showed significant increases in VO₂max (9,6% and 7,4% respectively) as well as vVO₂max (5,8% and 5,3% respectively, p<0.5) in steade of the A team which did not show any significant differences (1,49% και 2,55%). Despite the tendency for a larger improvement of VO₂max in group B in comparison with group C it was not significant statistically (p>0.5). To recapitulate, interval methods of training of short duration (15s-15s) showed a tendency towards been more effective in respect of improvement of the greatest intake of oxygen (VO₂max) and the speed which was noted in the largest intake of oxygen (vVO₂max) in comparison with that of extremely short duration (6s-30s).

Key-Words: interval training, maximal oxygen uptake, velocity at maximal oxygen uptake, anaerobi threshold, soccer

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	i
ABSTRACT.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	xii
 I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	 1
Σκοπός της έρευνας	7
Σημασία της έρευνας.....	7
Περιορισμοί της έρευνας	7
Ερευνητική υπόθεση.....	8
Μηδενικές υποθέσεις.....	8
 II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	 10
Η αερόβια ικανότητα.....	10
Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO ₂ max).....	11
Το Αναερόβιο κατώφλι (ΑΚ).....	12
Η Οικονομία της άσκησης.....	13
Οι μέθοδοι προπόνησης.....	13
Η μέθοδος διάρκειας ή συνεχόμενη μέθοδος.....	14
Η διαλειμματική μέθοδος.....	17
Η διαλειμματική μέθοδος μικρού χρόνου.....	19
Η διαλειμματική μέθοδος μεσαίου και μακρού χρόνου.....	21
Η διαλειμματική μέθοδος στο ποδόσφαιρο.....	24

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	28
Δείγμα	28
Σχεδιασμός της έρευνας	28
Σωματομετρικά χαρακτηριστικά.....	29
Δοκιμασία προσδιορισμού της VO ₂ max.....	30
Πρωτόκολλα άσκησης.....	31
Περιγραφή οργάνων μέτρησης.....	35
Στατιστική ανάλυση.....	35
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	37
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	43
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	50
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	52

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των δύο πρωτοκόλλων προπονητικής παρέμβασης.....	34
Πίνακας 2. Συνολικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων στη δοκιμασία της VO_2max και στη δοκιμασία της RE πριν και μετά την προπόνηση.....	40

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

- Σχήμα 1.** Μεταβολές στη VO_{2max} μετά από την εφαρμογή ΜΙΔ και ΜΑΙΔ $p<0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου), Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).....38
- Σχήμα 2.** Μεταβολές στη vVO_{2max} μετά από προπόνηση ΜΙΔ και ΜΑΙΔ $p<0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου), Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).....38
- Σχήμα 3.** Μεταβολές στο ΑΤ σε σχέση VO_{2max} μετά την εφαρμογή ΜΙΔ και ΜΑΙΔ προπόνησης. $p<0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου) Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).....39
- Σχήμα 4.** Παρουσιάζονται οι τιμές της vAT στις δύο ομάδες άσκησης πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση, $p<0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α, Β και Γ.....40
- Σχήμα 5.** Παρουσιάζονται οι τιμές της RE στο 70% της vVO_{2max} πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση $p>0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α, Β και Γ.....41



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

VO2 max: Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου όπως προσδιορίζεται κατά τη δοκιμασία αυξανόμενης επιβάρυνσης

HR max: Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα που παρατηρείται κατά τη δοκιμασία αυξανόμενης επιβάρυνσης

vVO2 max: Η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία επιτυγχάνεται και διατηρείται η VO2max

vAT: Η ταχύτητα κατά την οποία παρατηρείται το αναερόβιο κατώφλι.

VE: Πνευμονικός αερισμός

RER: Αναπνευστικό πηλίκο

Αναερόβιο κατώφλι (AK): Η ένταση της άσκησης κατά την οποία παρατηρείται εκθετική άνοδος στις τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος

Δρομική οικονομία (RE): Η κατανάλωση του οξυγόνου που παρατηρείται σε συγκεκριμένη υπομέγιστη ταχύτητα

Δ 15:15 : Πρωτόκολλο διαλειμματικής μεθόδου που περιλαμβάνει διαστήματα άσκησης και διαλειμάτων διάρκειας 15 sec

Δ 6:30 : Πρωτόκολλο διαλειμματικής μεθόδου που περιλαμβάνει διαστήματα άσκησης 6 sec και διαλειμάτων διάρκειας 30 sec

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΥΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΒΙΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΑΓΩΝΙΣΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Το ποδόσφαιρο αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα αθλήματα στον κόσμο, στο οποίο συμμετέχουν πολλά εκατομμύρια εγγεγραμμένοι παίκτες (Ekblom, 1986). Είναι ένα ομαδικό – δυναμικό παιχνίδι, το οποίο παίζεται από δύο ομάδες των 11 ατόμων η κάθε μια, κινούμενες σ' ένα αγωνιστικό χώρο 7 χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων περίπου, με στόχο κάθε ομάδα να σκοράρει όσες περισσότερες φορές μπορεί εναντίον της αντίπαλης εστίας, προσπαθώντας παράλληλα να διατηρήσει ανέπαφη τη δική της. Υπάρχει χειρισμός με όλα τα μέρη του σώματος πλην των χεριών, εκτός των δύο τερματοφυλάκων που μπορούν στη δική τους περιοχή να χρησιμοποιήσουν και τα χέρια τους. Αποτελεί ένα από τα λαοφιλέστερα αθλήματα στον κόσμο και γι' αυτό ασχολούνται πολλά εκατομμύρια ποδοσφαιριστές και πολλές εκατοντάδες εκατομμυρίων φίλαθλοι, τα οικονομικά δεδομένα δε, που κινούνται γύρω από το άθλημα είναι ιλιγγιώδη.

Ο σύγχρονος τρόπος παιχνιδιού απαιτεί τη βελτιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης, η οποία στο ποδόσφαιρο είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Οι κυριότεροι από τους οποίους είναι η τεχνική, η τακτική, οι ψυχικές ικανότητες και η φυσική κατάσταση, στην οποία συμπεριλαμβάνονται οι ικανότητες δύναμης, ταχύτητας, κινητικότητας και αντοχής (Weineck, 1997). Αντοχή είναι η ικανότητα να αντιστέκεται κανείς σωματικά και ψυχικά για μέγιστο δυνατό χρόνο σε μία αθλητική επιβάρυνση και να ολοκληρώνει την αποκατάσταση μετά από αθλητικές επιβαρύνσεις στο συντομότερο χρονικό διάστημα (Grosser & Starichka, 2000). Η αντοχή διακρίνεται σε ποικίλες μορφές ανάλογα με τα κριτήρια που εξετάζεται. Μπορεί να είναι η ποσότητα των κινητοποιούμενων μυϊκών ομάδων (τοπική και γενική αντοχή), η συνάρτηση με άλλες φυσικές ικανότητες (αντοχή στη δύναμη, στην ταχύτητα και στο σπριντ) η χρονική διάρκεια (αντοχή μικρής, μέσης και μεγάλης διάρκειας) και η σχέση της με τους προπονητικούς στόχους (γενική, βασική, ειδική και αγωνιστική αντοχή) (Κέλλης, 2003).

Η προπόνηση αντοχής πραγματοποιείται με τέσσερις βασικές μεθόδους οι οποίες σύμφωνα με τον Κέλλη (2004) είναι η μέθοδος διάρκειας, η επαναληπτική, η αγωνιστική και η διαλειμματική μέθοδος. Κατά την εφαρμογή της διαλειμματικής μεθόδου εξαντλούνται τα αποθέματα γλυκογόνου το οποίο έχει ως επακόλουθο μεγάλο υπερσημψηφισμό και έντονες επιδράσεις στο καρδιοκυκλοφοριακό σύστημα, όσον αφορά στη βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Σύμφωνα με τον Hoff (2005), η έντονη διαλειμματική μέθοδος κατά την εφαρμογή της παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά την βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_2max). Επίσης λόγω του αμειβομένου διαλείμματος της συγκεκριμένης μεθόδου ενδείκνυται για τη βελτίωση της ψυχοσωματικής ανοχής στην κόπωση καθώς επίσης μπορεί να εφαρμοστεί για την βελτίωση της ειδικής αντοχής, επειδή η χαρακτηριστική εναλλαγή επιβάρυνσης και ανάληψης μοιάζει με τη μορφή της αγωνιστικής επιβάρυνσης που υφίσταται ο ποδοσφαιριστής. Η μέθοδος αυτή η οποία παρουσιάζει τόσες ομοιότητες με την αγωνιστική επιβάρυνση, αν ενσωματωθεί στην ποδοσφαιρική προπόνηση, προσφέρεται τέλεια για κάθε προπόνηση με στόχο τη φυσική κατάσταση και την τεχνική ή τη φυσική κατάσταση και τακτική (Weineck, 1997).

Αερόβια ικανότητα θεωρείται η ικανότητα παραγωγής έργου για μεγάλο χρονικό διάστημα με την επιστράτευση του αερόβιου μηχανισμού. Παράμετροι αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας που χρησιμοποιούνται ευρέως στην προπονητική πρακτική είναι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) και η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($v\text{VO}_2\text{max}$) (Pate & Branch, 1992). Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη της λειτουργικής προσαρμοστικότητας του οργανισμού και έχει προσδιορισθεί σε πολλούς αθλητές ομαδικών αθλημάτων, καθώς και σε διάφορες φάσεις του ετήσιου προπονητικού κύκλου (Metaxas, Koutlianos, Koudi, & Deligiannis, 2005). Ο προσδιορισμός της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_2max) και των καρδιοαναπνευστικών δεικτών με τη μέθοδο της εργοσπιρομετρίας παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες για το επίπεδο των φυσικών ικανοτήτων. Η VO_2max είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη παράμετρος για την αξιολόγηση του συστήματος μεταφοράς οξυγόνου. Είναι η συνισταμένη πολλαπλών βιολογικών διεργασιών, εκφράζει τα ανώτατα όρια της προσαρμογής τους στην έντονη μυϊκή προσπάθεια και θεωρείται ως το πιο σημαντικό κριτήριο της βιολογικής του αξίας (Κλεισούρας, 2004). Η $v\text{VO}_2\text{max}$ προσδιορίζεται ως η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία επιτυγχάνεται η VO_2max και η οποία μπορεί να διατηρηθεί για 1 min (Billat, Blondel, & Berthoin, 1999b; Noakes, 1991).

Αναφερόμενοι στην $\dot{V}O_{2\max}$, ερευνητές θεωρούν ότι η άσκηση σε αυτή την ένταση αποτελεί ιδανικό ερέθισμα για αύξηση της $\dot{V}O_{2\max}$ (Pate & Branch, 1992; Billat, Renoux, & Pinoteau, 1994).

Το ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα πολλών και σύνθετων απαιτήσεων γι αυτό και η Φυσική Κατάσταση των ποδοσφαιριστών πρέπει να μπορεί να ανταποκρίνεται σ' αυτές τις απαιτήσεις (Whyte, George, Sharma, Lumley, Gates, Prasad, & McKenna, 2000). Η βελτίωση των συστημάτων, ο ανταγωνισμός, η εξέλιξη γενικά του ποδοσφαίρου υπήρξαν ραγδαίες όσον αφορά τον τομέα της φυσικής κατάστασης. Παλαιότερα συνολικές διαδρομές κορυφαίων ποδοσφαιριστών διεθνούς κλάσης, στη διάρκεια του αγώνα, φαντάζουν σήμερα πολύ μικρές και για ερασιτέχνες (Christina, White & Gilchrist, 2001). Επίσης, λόγω της μεγάλης χρονικής του διάρκειας και των ποικίλων καταστάσεών του, όπως τρέξιμο, σπριντ, άλματα, αλλαγές κατεύθυνσης κ.ά. που επαναλαμβάνονται καθ' όλη τη διάρκεια του αγώνα, προκαλεί κόπωση στους ποδοσφαιριστές. Ο μυϊκός κάματος-κόπωση (muscle fatigue) γενικά έχει ερευνηθεί και ερευνάται επίμονα για περισσότερο από έναν αιώνα (Nielsen, Hyldig, Bidstrup, Gonzalez-Alonso & Christoffersen, 2001). Ωστόσο, είναι φαινόμενο πολυδιάστατο και η ακριβής αιτιολογία και ο μηχανισμός δεν έχουν διευκρινιστεί απόλυτα. Στον αθλητισμό, αλλά και στην εκτέλεση αθλητικών δραστηριοτήτων, συνήθως χρησιμοποιείται ο όρο κόπωση για να περιγράψουμε γενικά το αίσθημα της κούρασης που εμφανίζουν οι αθλητές και το ποσοστό μείωσης της μυϊκής απόδοσης που τη συνοδεύει εξαιτίας των ποικίλων βιοχημικών, κινηματικών και δυναμικών αλλαγών στις οποίες οδηγεί. Στόχος της προπόνησης βέβαια, είναι να αμβλύνει και να μετακινήσει την κόπωση όσο γίνεται πιο πίσω χρονικά, γιατί μπορεί να αποσυντονίσει σωματικά αλλά και ψυχικά τους ποδοσφαιριστές και να μειώσει την απόδοσή τους. Η προπονητική παρέμβαση ωστόσο στο ερασιτεχνικό ποδόσφαιρο είναι σύνθετη αφού ο προπονητής καλείται σε 3-4 προπονήσεις την εβδομάδα να βελτιώσει όλες τις παραμέτρους (φυσική κατάσταση, τεχνική, ατομική και ομαδική τακτική) για την καλύτερη απόδοση της ομάδος (Balsom, 1994).

Η σωματική απόδοση εξαρτάται από τη μεταβολική διεργασία μεταφοράς της ενέργειας η οποία πραγματοποιείται με τρία ενεργειακά συστήματα. Το φωσφορογόνο το οποίο δραστηριοποιείται σε μυϊκές προσπάθειες μέγιστης ισχύος που διαρκούν λίγα μόνο δευτερόλεπτα παρέχοντας άμεση ενέργεια, η οποία εξασφαλίζεται από απλές και σύντομες μονοενζυματικές αντιδράσεις διάσπασης της τριφωσφορικής αδενοσίνης και της φωσφοκρεατίνης. Το γλυκολυτικό το οποίο επικρατεί σε αγωνιστικές προσπάθειες

παρατεταμένης ταχύτητας που διαρκούν λίγα δευτερόλεπτα μέχρι ένα λεπτό. Η ενέργεια εξασφαλίζεται από πολυενζυματικές αντιδράσεις μιας σύντομης μεταβολικής οδού, της αναερόβιας γλυκόλυσης κατά την οποία αποδομείται το γλυκογόνο και παράγεται γαλακτικό οξύ και το οξειδωτικό σύστημα το οποίο ενεργοποιείται σε προσπάθειες λίγων λεπτών ως λίγων ωρών. Η ενέργεια προέρχεται από πολύπλοκες αντιδράσεις μεταβολικών οδών με απαραίτητη την παρουσία οξυγόνου. Η κατανόηση της ενεργειακής απαίτησης της μυϊκής προσπάθειας και της σχετικής συμμετοχής των ενεργειακών συστημάτων στα διάφορα αγωνίσματα και αθλήματα αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του επιστημονικού σχεδιασμού κάθε προπονητικού προγράμματος (Κλεισούρας, 2004).

Η πρόοδος της τεχνολογίας στην αθλητική έρευνα, όπως η τηλεμετρική μέτρηση της πρόσληψης οξυγόνου κάτω από αγωνιστικές συνθήκες καθώς και η αξιοποίηση της μυοβιοψίας για τον προσδιορισμό δεσμών υψηλής ενέργειας στα μυϊκά κύτταρα, παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης της σχετικής συμμετοχής των ενεργειακών συστημάτων και ενεργειακής ταξινόμησης των διαφόρων αθλημάτων και αγωνισμάτων (Brooks, Fahey, & White, 2000). Σύμφωνα με τα παραπάνω στο ποδόσφαιρο λόγω της πολυπλοκότητας των κινήσεων και εντάσεων που λαμβάνουν χώρα καθ' όλη τη διάρκεια ενός αγώνα, υπάρχει συμμετοχή και των τριών ενεργειακών συστημάτων. Κυρίως συμμετέχουν το γλυκολυτικό και το οξειδωτικό ενώ υπάρχει και μικρή συμμετοχή του φωσφογενούς (Bangsbo, 1994).

Το σύγχρονο ποδόσφαιρο είναι ένα άθλημα με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις, χαρακτηρίζεται από εναλλασσόμενες διαλειμματικές φάσεις υψηλής έντασης και απαιτεί μεγάλη συμμετοχή της αναερόβιας γλυκόλυσης (Bangsbo, 1994). Εντούτοις πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι είναι ένα αερόβιο άθλημα, λόγω της μεγάλης απόστασης (9-14 km) που καλύπτουν οι ποδοσφαιριστές στη διάρκεια ενός αγώνα (Casajus, 2001). Οι διαφορές εντοπίζονται ανάλογα με τη θέση που αγωνίζονται και σίγουρα το επίπεδο ανταγωνισμού (κατηγορία). Η ικανότητα των ποδοσφαιριστών να ασκούνται με υψηλές εντάσεις για μεγάλα χρονικά διαστήματα απαιτεί υψηλό επίπεδο αερόβιας ικανότητας, γεγονός που συμβάλλει στη διατήρηση της τεχνικής, της επιδεξιότητας, της νευρομυϊκής συναρμογής και της τακτικής με στόχο τη βελτίωση της αγωνιστικής απόδοσης (Rohde & Espersen, 1988). Η βελτιστοποίηση της απόδοσης σχετίζεται με το επίπεδο των φυσικών ικανοτήτων και ο βαθμός ανάπτυξής τους μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην απόδοση των ποδοσφαιριστών (Bangsbo, 1994). Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τους Metaxa και συν. (2005), ο παράγοντας της αντοχής και πιο συγκεκριμένα της αερόβιας

αντοχής είναι πολύ σημαντικός αφού η βελτίωσή του συνδέεται άμεσα με τη βελτίωση της απόδοσης ενός παίκτη.

Κατά την διάρκεια του αγώνα οι ποδοσφαιριστές ασκούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα του παιχνιδιού με καρδιακούς σφυγμούς πάνω από το 80% και συχνά πάνω από το 90% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (Casajus, 2001; Helgerud, Engen, Wisloff, & Hoff, 2001; Hoff, Wisloff, Engen, Kemi, & Helgerud, 2002). Ο Bangsbo (1992) αναφέρει ότι κάθε 5-6sec σημειώνεται αλλαγή ρυθμού ή κατεύθυνσης, ενώ κάθε 2 λεπτά οι παίκτες ξεκουράζονται (ανάλογα βέβαια με το επίπεδο που αγωνίζονται) για περίπου 3 δευτερόλεπτα. Ακόμα ο Reilly (2005) αναφέρει ότι κάθε 90sec πραγματοποιείται ένα μέγιστο σπριντ για περίπου 15m, ενώ πραγματοποιείται ένα υπομέγιστο κάθε 30sec. Οι διαφορετικές αυτές καταστάσεις έχουν ως αποτέλεσμα και διαφορετικές επιβαρύνσεις. Σύμφωνα με τους Foss και Keteyjan (1998), η ενέργεια για έναν αγώνα ποδοσφαίρου προέρχεται από τον αερόβιο μεταβολισμό παραγωγής ενέργειας σε ποσοστό (30%), από τον αναερόβιο φωσφορικό – γαλακτικό μεταβολισμό (50%) και από τον αναερόβιο γαλακτικό (20%). Επίσης ο Reilly (1997) έχει επισημάνει ότι η παραγωγή ενέργειας μπορεί να διαφοροποιηθεί ανάλογα τη θέση που παίζει ο παίκτης προερχόμενη από τον αναερόβιο μεταβολισμό σε ποσοστό (60 – 70%) και από τον αερόβιο μεταβολισμό (30 - 40%) αντίστοιχα.

Είναι σημαντικό λοιπόν για τον προπονητή να γνωρίζει τις απαιτήσεις του αθλήματος και να αποκομίσει αντικειμενικές πληροφορίες για τη φυσική ικανότητα απόδοσης των παικτών ώστε να καθορίσει τους βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους στόχους της προπόνησης (Svensson & Drust, 2005). Επίσης πρωταρχική επιδίωξη κάθε προπονητικού προγράμματος είναι η δραστηριοποίηση και βελτίωση εκείνου του ενεργειακού συστήματος που κυριαρχεί στο άθλημα. Επομένως το πρώτο βήμα στη σχεδίαση ενός προπονητικού προγράμματος, είναι να βασιστεί στη σχεδίαση και τη βελτίωση αυτής της συγκεκριμένης πηγής ενέργειας (Tabata, Nishimura, Kouzaki, Hirai, Ogita, Miyachi, & Yamamoto, 1996).

Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την μελέτη διαλειμματικών πρωτοκόλλων άσκησης σε ποδοσφαιριστές με στόχο την βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και την ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Οι Dupont, Akakpo και Berthoin (2004) με σκοπό να βελτιώσουν την αερόβια ικανότητα των παικτών αλλά και γενικότερα την απόδοση της ομάδας, εφάρμοσαν ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης διάρκειας 10 εβδομάδων, προσθέτοντας 2 ασκήσεις στο συνηθισμένο

ποδοσφαιρικό πρόγραμμα. Κατά την πρώτη οι παίκτες εκτελούσαν 12-15 σπριντ των 40 μέτρων με 30 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης και κατά την δεύτερη (48 ώρες μετά) εκτελούσαν 2 σετ από 12-15 σπριντ των 15 δευτερολέπτων με 15 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές τόσο στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου όσο και στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου.

Με παρόμοιες διαλειμματικές ασκήσεις οι Franch, Madsen και Djurhuus (1998) διαπίστωσαν ότι 30-40 επαναλήψεις, τρεξίματος 15 δευτερολέπτων, με 15 δευτερόλεπτα ξεκούρασης, για 3 φορές την εβδομάδα, σε περίοδο 6 εβδομάδων βελτιώνουν σημαντικά την VO_{2max} και την ταχύτητα που σχετίζεται με την VO_{2max} . Στην παρούσα μελέτη το διαλειμματικό πρωτόκολλο δεν βασίστηκε μόνο στο τρέξιμο των 15 δευτερολέπτων αλλά και στα επαναληπτικά σπριντ εναλλασσόμενα με 30 δευτερόλεπτα ξεκούρασης. Η μεμονωμένη εφαρμογή των ασκήσεων αυτής της μορφής χρησιμοποιείται για τον αναερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας, αλλά το ποσοστό της συμβολής του αερόβιου μηχανισμού αυξάνεται όταν αυτές οι ασκήσεις πραγματοποιούνται με αρκετές επαναλήψεις και σύντομα διαστήματα ξεκούρασης. Επαναλήψεις διαλειμματικού τρεξίματος 15 δευτερολέπτων στο 120% της vVO_{2max} εναλλασσόμενα με 15 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης επιτυγχάνουν την αύξηση και την διατήρηση της VO_{2max} σε υψηλά επίπεδα. Το διαλειμματικό τρέξιμο 15 δευτερολέπτων στο 120% της vVO_{2max} επιτρέπουν στη VO_2 να παρατείνεται περισσότερο από ότι αντίστοιχα πρωτόκολλα 15 δευτερολέπτων στο 110%, 130% και 140% της vVO_{2max} ή το συνεχόμενο τρέξιμο στο 100% της vVO_{2max} .

Επιπλέον οι Tabata και συν. (1996) διαπίστωσε πως ένα πρόγραμμα 6 εβδομάδων βασισμένο σε σύντομες διαλειμματικές ασκήσεις υψηλής έντασης με μικρές περιόδους ξεκούρασης, επιτρέπουν στη VO_{2max} και στην αναερόβια ικανότητα ενός παίκτη, να βελτιωθεί. Παρομοίως ένα πρόγραμμα 9 εβδομάδων βασισμένο σε επαναλήψεις 4 ασκήσεων υψηλής έντασης 30 δευτερολέπτων, βελτιώνει σημαντικά την αερόβια ικανότητα, ενώ ένα πρόγραμμα 2 εβδομάδων βασισμένο σε επαναλαμβανόμενα σπριντ των 15 δευτερολέπτων στο 100% της VO_{2max} με 45 δευτερόλεπτα ξεκούρασης συν μία επανάληψη των ασκήσεων με αύξηση της διάρκειας στα 30 δευτερόλεπτα βελτιώνει τόσο τη VO_{2max} όσο και τις ενζυματικές δραστηριότητες του αερόβιου τομέα.

Σύμφωνα με τον Balsom (1992), το ποσοστό της VO_2 που επιτυγχάνεται από την εφαρμογή 15 σπριντ 40 μέτρων εναλλασσόμενα με 120, 60, και 30 δευτερολέπτων ξεκούρασης αντιστοιχούν σε 52, 57, και 66 της VO_{2max} αντίστοιχα. Η επανάληψη των

σπριντ 40 μέτρων με 30 δευτερόλεπτα ξεκούρασης έχουν σαν αποτέλεσμα τη σημαντική συμβολή του αερόβιου μηχανισμού στην παροχή ενέργειας, χωρίς όμως να προσδιορίζονται οι μακροπρόθεσμες προσαρμογές που μπορεί να προκαλέσει η χρήση του παραπάνω πρωτοκόλλου άσκησης.

Παρά τις εκτεταμένες αναφορές για την επίδραση διαφόρων τύπων διαλειμματικής προπόνησης, σε ποδοσφαιριστές, παρατηρήθηκε έλλειψη βιβλιογραφικών δεδομένων στην σύγκριση των μεταβολών που πιθανόν να προκαλέσουν οι δυο συγκεκριμένοι τύποι διαλειμματικής άσκησης, μικρής διάρκειας (15s-15s) και ακραίας μικρής διάρκειας (6s-30s), όσον αφορά τις παραμέτρους (VO_2max και nVO_2max), σε χρονικό διάστημα 10 εβδομάδων σε μέτρια προπονημένους νεαρούς ποδοσφαιριστές κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών πρωτοκόλλων διαλειμματικής προπόνησης, αυτή της μικρής διάρκειας (15s-15s) και αυτή της ακραίας μικρής διάρκειας (6s-30s), με παρόμοια συνολική επιβάρυνση, όσον αφορά τις καρδιοαναπνευστικές προσαρμογές (VO_2max και nVO_2max), σε νεαρούς ποδοσφαιριστές κατά την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

Σημασία της έρευνας

Η καταγραφή των δεδομένων και η σύγκριση των παραπάνω πρωτοκόλλων έδωσε σαφή εικόνα της δυνατότητας που έχει η κάθε μέθοδος προπόνησης με στόχο την βελτίωση των καρδιοαναπνευστικών προσαρμογών (VO_2max και nVO_2max). Τα δεδομένα της έρευνας μπορεί να φανούν χρήσιμα στους προπονητές ποδοσφαίρου για την επιλογή της μιας ή της άλλης μεθόδου με στόχο την βελτίωση των παραπάνω παραμέτρων.

Περιορισμοί

1. Τα αποτελέσματα της έρευνας αφορούν υγιείς νεαρούς ποδοσφαιριστές, μη παχύσαρκους, με μέτριο επίπεδο φυσικής κατάστασης και συχνότητα άσκησης τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα.

2. Όλοι οι συμμετέχοντες συμμετείχαν εθελοντικά χωρίς καμιά είδους αμοιβή.

Ερευνητική υπόθεση

Η ερευνητική υπόθεση είναι ότι τα πρωτόκολλα παρέμβασης θα συμβάλουν στην βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_2max) και στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) στους ποδοσφαιριστές των ομάδων παρέμβασης (Β και Γ) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

Στατιστικές υποθέσεις

Οι μηδενικές υποθέσεις με τις αντίστοιχες εναλλακτικές τους που θα εξετασθούν στην παρούσα μελέτη είναι:

1. H_0) Δεν θα υπάρξει βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) στην ομάδα Β σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

H_1) Θα υπάρξει βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) στην ομάδα Β σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

2. H_0) Δεν θα υπάρξει βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) στην ομάδα Β σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

H_1) Θα υπάρξει βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) στην ομάδα Β σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

3. H_0) Δεν θα υπάρξει βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) στην ομάδα Γ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

H_1) Θα υπάρξει βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) στην ομάδα Γ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

4. H_0) Δεν θα υπάρξει βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) στην ομάδα Γ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

H1) Θα υπάρξει βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) στην ομάδα Γ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

5. H0) Δεν θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων Β και Γ.

H1) Θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων Β και Γ.

6. H0) Δεν θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση για τις ομάδες Β και Γ.

H1) Θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση για τις ομάδες Β και Γ.

7. H0) Δεν θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων Β, Γ και ελέγχου.

H1) Θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση μεταξύ των ομάδων Β, Γ και ελέγχου.

8. H0) Δεν θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση για τις ομάδες Β, Γ και ελέγχου.

H1) Θα υπάρξει διαφορά στη βελτίωση στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_2max) πριν και μετά την παρέμβαση για τις ομάδες Β, Γ και ελέγχου.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Αντοχή ορίζεται η ικανότητα του ατόμου να αντιστέκεται σωματικά και ψυχικά σε επιβαρύνσεις μεγάλης διάρκειας, η ένταση των οποίων οδηγεί σε μια ανυπέρβλητη και εκδηλωμένη κόπωση, καθώς επίσης και η ικανότητα να διεξάγονται γρήγορα οι διαδικασίες αποκατάστασης μετά από τη φάση της επιβάρυνσης (Zintl, 1993). Η αντοχή διακρίνεται σε ποικίλες μορφές, ανάλογα με τα κριτήρια με τα οποία εξετάζεται. Τέτοια κριτήρια μπορεί να είναι η ποσότητα των κινητοποιούμενων μυϊκών ομάδων (τοπική και γενική αντοχή), η συνάρτηση της αντοχής με άλλες φυσικές ικανότητες (αντοχή στη δύναμη, αντοχή στη ταχύτητα, αντοχή στο σπριντ), η χρονική διάρκεια της αγωνιστικής προσπάθειας (αντοχή μικρής, μέσης ή μεγάλης διάρκειας) και η σχέση της αντοχής με τους προπονητικούς στόχους (γενική, βασική, ειδική, αγωνιστική αντοχή). Ο τρόπος παραγωγής της ενέργειας τη διακρίνει σε άλλες δυο βασικές μορφές. Στην αερόβια αντοχή, όταν διατίθεται επαρκής ποσότητα οξυγόνου στις μεταβολικές διεργασίες και στην αναερόβια αντοχή, όταν δεν επαρκεί η προσφορά του οξυγόνου και οι μεταβολικές διεργασίες γίνονται χωρίς τη συμμετοχή του (Κέλλης, 2003). Εντούτοις λόγω των σύνθετων διαδικασιών παραγωγής ενέργειας, η αερόβια και αναερόβια αντοχή σπάνια παρουσιάζονται σε καθαρή μορφή στο αγωνιστικό επίπεδο.

Σε επίπεδο ενεργειακών μεταβολών, στο επίκεντρο της αερόβιας αντοχής βρίσκεται η οξειδωτική καύση του γλυκογόνου και των λιπαρών οξέων ενώ στο επίκεντρο της αναερόβιας αντοχής, η αναερόβια γλυκόλυση (Κλεισούρας, 2004). Η απόδοση στην αερόβια ή αναερόβια αντοχή καθορίζεται από σειρά συστημάτων του οργανισμού (καρδιοκυκλοφορικό, αναπνευστικό, μυοσκελετικό, νευρικό, ορμονικό) που είναι αρμόδια για την κινητοποίηση και εφοδιασμό των απαραίτητων ενεργειακών υποστρωμάτων.

Η αερόβια ικανότητα

Αερόβια ικανότητα θεωρείται η ικανότητα παραγωγής έργου για μεγάλο χρονικό διάστημα με την επιστράτευση του αερόβιου μεταβολισμού. Παράμετροι αξιολόγησης της αερόβιας ικανότητας που χρησιμοποιούνται ευρέως στην προπονητική πρακτική είναι η

μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max), το αναερόβιο κατώφλι (AT) και η οικονομία της άσκησης η οποία αναφέρεται ως δρομική οικονομία (RE) (Pate & Branch, 1992). Οι παράμετροι αυτοί αλληλεπιδρούν και καθορίζουν την απόδοση σε αθλήματα μεσαίας και μεγάλης διάρκειας. Η VO_2max και το αναερόβιο κατώφλι επηρεάζουν την κατανάλωση οξυγόνου που μπορεί να διατηρηθεί για μια δεδομένη χρονική διάρκεια ενώ η οικονομία της άσκησης την ταχύτητα ή τη δύναμη που μπορεί να αποδοθεί σε μια συγκεκριμένη τιμή κατανάλωσης οξυγόνου ή αντιστρόφως, ικανότητα που εκφράζεται και με τον όρο «αποδοτικότητα» (Joyner & Coyle, 2007).

Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_2max)

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ορίζεται ως ο ανώτατος όγκος οξυγόνου που προσλαμβάνεται, μεταφέρεται και αξιοποιείται από τα κύτταρα κατά τη μέγιστη προσπάθεια. Η VO_2max επιτυγχάνεται συνήθως σε άσκηση μέγιστης επιβάρυνσης κατά την οποία συμμετέχει σχετικά μεγάλη μυϊκή μάζα. Εκφράζεται ως απόλυτη τιμή (L/min) ή ως σχετική (ml/kg/min) λαμβάνοντας υπόψη το σωματικό βάρος. Είναι η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη παράμετρος που δηλώνει τη μέγιστη αερόβια λειτουργία του ανθρώπινου σώματος και χαρακτηρίζει την αποτελεσματική συνεργασία του κεντρικού νευρικού συστήματος, του αναπνευστικού συστήματος και του καρδιαγγειακού συστήματος (Wagner, 2000). Η πρόσληψη, η μεταφορά και η κατανάλωσή του οξυγόνου από τα μυϊκά κύτταρα για τη αερόβια παραγωγή ATP επηρεάζεται από την ικανότητα μεταφοράς του οξυγόνου από την ατμόσφαιρα στα εργαζόμενα μυϊκά κύτταρα και από την ικανότητα χρησιμοποίησης του οξυγόνου από τα μιτοχόνδρια των κυττάρων.

Η ικανότητα μεταφοράς περιορίζεται από αναπνευστικούς (πνευμονικός αερισμός, ανταλλαγή αερίων) και καρδιαγγειακούς (καρδιακή παροχή, περιφερική κυκλοφορία) παράγοντες ενώ η ικανότητα χρησιμοποίησης από μεταβολικούς παράγοντες όπως είναι η δραστηριότητα των ενζύμων στα μυϊκά κύτταρα, τα ενεργειακά υποστρώματα στους εργαζόμενους μύες, η περιεκτικότητα των μυϊκών κυττάρων σε μυοσφαιρίνη και ο τύπος των μυϊκών ινών (Bassett & Howley, 2000). Τα παραπάνω αποτυπώνονται στην εξίσωση του Fick, σύμφωνα με την οποία η VO_2max ισοδυναμεί με το γινόμενο της καρδιακής παροχής επί την αρτηριοφλεβική διαφορά οξυγόνου. Η βελτίωση της VO_2max είναι επομένως επακόλουθο της βελτίωσης της καρδιακής παροχής ή της αρτηριοφλεβικής διαφοράς οξυγόνου. Η καρδιακή παροχή προσδιορίζεται από την μέγιστη καρδιακή

συχνότητα και τον όγκο παλμού, που είναι η ποσότητα αίματος που στέλνει η καρδιά προς την περιφέρεια σε κάθε καρδιακό παλμό. Ενώ, η αρτηριοφλεβική διαφορά οξυγόνου δηλώνει την ικανότητα δέσμευσης του οξυγόνου του αρτηριακού αίματος από τα μυϊκά κύτταρα. Ο μεγάλος όγκος παλμού φαίνεται να είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας της VO_2max αφού οι τιμές της μέγιστης καρδιακής συχνότητας τείνουν να μη διαφέρουν μεταξύ προπονημένων και απροπόνητων ατόμων (Wagner, 1996).

Το Αναερόβιο κατώφλι (AK):

Το αναερόβιο κατώφλι δηλώνει την ένταση της άσκησης κατά την οποία παρατηρείται σημαντική δραστηριοποίηση του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας. Εκφράζεται ως γαλακτικό κατώφλι όταν δηλώνει τη δρομική ταχύτητα ή την καρδιακή συχνότητα στην οποία παρατηρείται εκθετική αύξηση συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος σε άσκηση με σταδιακά αυξανόμενη ένταση. Επίσης αναφέρεται ως αναπνευστικό κατώφλι όταν δηλώνει τη δρομική ταχύτητα ή την καρδιακή συχνότητα που αντιστοιχεί στην απότομη απόκλιση του πνευμονικού αερισμού (VE) από τη γραμμικότητα (Jones & Doust, 1998). Η εκθετική αύξηση γαλακτικού οξέος ή η απόκλιση του πνευμονικού αερισμού από τη γραμμικότητα αποδίδονται είτε στην υπέρμετρα αυξημένη παραγωγή του γαλακτικού οξέος είτε στον μειωμένο ρυθμό απομάκρυνσης του. Σημαντικό παράγοντα για την απόδοση σε αγωνίσματα με αερόβιες απαιτήσεις αποτελεί η ένταση (εκφρασμένη συνήθως ως % ποσοστό της VO_2max) στην οποία εμφανίζεται το αναερόβιο κατώφλι. Η ένταση αυτή αντιστοιχεί περίπου στο 50-65% της VO_2max σε απροπόνητους ή αρχάριους, στο 70-80% σε προπονημένους και στο 80- 90% σε καλούς αθλητές αντοχής.

Έτσι οι αθλητές με χαμηλή αερόβια ικανότητα ενεργοποιούν τον αναερόβιο μηχανισμό παραγωγής ενέργειας σε χαμηλότερη σχετική ένταση από τους αθλητές με καλή αερόβια ικανότητα. Το αναερόβιο κατώφλι λοιπόν, απεικονίζει την αρχή της σημαντικής δραστηριοποίησης του αναερόβιου μεταβολισμού για παραγωγή ενέργειας. Ο ρυθμός διάσπασης του γλυκογόνου για τις ενεργειακές απαιτήσεις, ο ρυθμός μείωσης του μυϊκού γλυκογόνου, η μεγαλύτερη επιστράτευση λόγω της μεγάλης έντασης των μυϊκών ινών ταχείας συστολής, η μεταβολική οξέωση και η νευρομυϊκή κόπωση είναι μερικές από τις μεταβολικές αλλαγές που καθορίζουν τη χρονική διάρκεια που μπορεί να υποστηριχθεί

μια παρατεταμένη άσκηση από τον αερόβιο μεταβολισμό (Jones & Carter, 2000; Billat, 2001b).

Η Οικονομία της άσκησης

Ο όρος «οικονομία της άσκησης» ή «δρομική οικονομία» δηλώνει την κατανάλωση οξυγόνου κατά την εκτέλεση άσκησης σε μια δεδομένη ένταση. Το υψηλό επίπεδο δρομικής οικονομίας οδηγεί στη χρησιμοποίηση χαμηλότερου ποσοστού VO_2max σε μια συγκεκριμένη ένταση άσκησης και σε ορισμένες περιπτώσεις εξισορροπεί ένα μέτριο επίπεδο VO_2max (Costil, Thomason & Roberts, 1973). Η δρομική οικονομία έχει συσχετισθεί με φυσιολογικούς, ανθρωπομετρικούς, βιοκινητικούς και μεταβολικούς παράγοντες οι οποίοι αλληλεπιδρούν για την αποδοτική παραγωγή ATP (Jones & Carter, 2000). Αξίζει να σημειωθεί ότι μπορεί να παρατηρηθεί ιδιαίτερη διακύμανση ως προς τη κατανάλωση οξυγόνου σε υπομέγιστη ένταση ακόμη και μεταξύ ατόμων με παρόμοια αερόβια ικανότητα (Morgan & Craib, 1992). Οι Conley και Krahenbuhl (1980), ανέφεραν ότι η απόδοση στο αγώνισμα των 10 km ήταν στενά συνδεδεμένη με τη δρομική οικονομία ανάμεσα σε υψηλού επιπέδου αθλητές που είχαν παρόμοιες υψηλές τιμές VO_2max . Ο συνδυασμός της δρομικής οικονομίας και της vVO_2max προδικάζει το ανώτατο όριο της δρομικής ταχύτητας που μπορεί να επιτευχθεί μέσω του αερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας και αποτελεί παράγοντα πρόγνωσης για την απόδοση σε αθλήματα αντοχής (Morgan & Craib, 1992).

Οι μέθοδοι προπόνησης

Ο σχεδιασμός ενός προπονητικού προγράμματος συνίσταται από την επιλογή των πρωτοκόλλων, τη διάρκεια του προγράμματος και τη συχνότητα των προπονήσεων. Για τη βελτίωση των παραμέτρων της αερόβιας ικανότητας χρησιμοποιούνται προπονητικά πρωτόκολλα που βασίζονται στη συνεχόμενη ή τη διαλειμματική μέθοδο. Υπάρχει μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον για την αποτελεσματικότητα της συνεχόμενης και της διαλειμματικής μεθόδου ως προς τις προσαρμογές που προκαλούν στο καρδιοαναπνευστικό σύστημα. Η διαμόρφωση ενός προπονητικού πρωτοκόλλου καθορίζεται από τον προπονητικό στόχο, την ένταση και την διάρκεια της άσκησης καθώς

και την ένταση και τη διάρκεια των διαλειμμάτων (Wenger & Bell, 1986). Παράλληλα συνυπολογίζονται και άλλοι παράγοντες, όπως ο τύπος του αγωνίσματος, η βιολογική και προπονητική ηλικία και ο ετήσιος προπονητικός σχεδιασμός (Zintl, 1993).

Για τη βαθμονόμηση της έντασης της προπόνησης σε δρομικές επιβαρύνσεις χρησιμοποιούνται συχνά οι έννοιες της ταχύτητας στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($v\text{VO}_2\text{max}$), της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι ($v\text{AT}$) και της ενδιάμεσης μεταξύ των δύο ταχύτητας ($v\text{D}50\%$) (Billat & Koralsztejn, 1996b; Hill & Rowell, 1997; Billat, Flechet, Petit, Muriaux, & Koralsztejn, 1999a; James & Doust, 2000). Η $v\text{VO}_2\text{max}$ προσδιορίζεται ως η ελάχιστη ταχύτητα με την οποία επιτυγχάνεται η VO_2max και η οποία μπορεί να διατηρηθεί για 1 min (Billat et al., 1999b; Noakes, 1991). Αποτελεί απλό και πρακτικό δείκτη για τον προσδιορισμό της έντασης της άσκησης, και έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως από τους προπονητές και τους ερευνητές για το σχεδιασμό προγραμμάτων προπόνησης. Αναφερόμενοι στην $v\text{VO}_2\text{max}$, ερευνητές θεωρούν ότι η άσκηση σε αυτή την ένταση αποτελεί ιδανικό προπονητικό ερέθισμα για αύξηση της VO_2max (Pate & Branch, 1992; Billat et al, 1994). Η $v\text{AT}$ είναι η ταχύτητα στην οποία εκδηλώνεται το αναερόβιο κατώφλι. Σε δρομείς αντοχής η $v\text{AT}$ κυμαίνεται κοντά στη μέση ταχύτητα με την οποία διανύεται ο μαραθώνιος δρόμος. Η προπόνηση στην ταχύτητα του αναερόβιου κατωφλιού θεωρείται ότι αποτελεί ένα ουσιαστικό προπονητικό ερέθισμα για βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, χωρίς μεγάλη συσσώρευση γαλακτικού οξέος (Weltman, 1989). Έχει δε αναφερθεί ότι η προπόνηση με ένταση κοντά ή ελαφρώς μεγαλύτερη από το αναερόβιο κατώφλι είναι η ιδανική για να επιφέρει σημαντική βελτίωση σε αυτό (Carter, Jones, & Doust, 1999; Keith, Jacobs, & McLellan, 1992).

Η μέθοδος διάρκειας ή συνεχόμενη μέθοδος

Η συνεχόμενη μέθοδος διακρίνεται ανάλογα με την ένταση και διάρκεια του ερεθίσματος σε συνεχόμενη μέθοδο μεγάλης διάρκειας και χαμηλής ή μέτριας έντασης και σε συνεχόμενη μέθοδο μέσης διάρκειας και υψηλής έντασης. Η συνεχόμενη μέθοδος μεγάλης διάρκειας και χαμηλής-μέτριας έντασης συνίσταται σε συνεχόμενο τρέξιμο με δρομική ταχύτητα μικρότερη της $v\text{AT}$, περίπου στο 50%-65 % της $v\text{VO}_2\text{max}$ ή στο 70%-80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (HRmax). Το προπονητικό ερέθισμα είναι διάρκειας μεγαλύτερης των 30-40 min. Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος παραμένει σε

χαμηλά επίπεδα, μικρότερη από 3 mmol/l. Σε ελεύθερα ασκούμενους προκαλεί διεύρυνση του αερόβιου μεταβολισμού, βελτίωση του μεταβολισμού των λιπών κυρίως μέσω της δραστηριοποίησης της β-οξειδωσης και ανάπτυξη της περιφερικής αιμάτωσης. Σε επίπεδο πρωταθλητισμού είναι χρήσιμη για τη διατήρηση των καρδιαναπνευστικών προσαρμογών αλλά κυρίως για αποκατάσταση μετά από προπονήσεις υψηλής έντασης (Zintl, 1993).

Η συνεχόμενη μέθοδος μέσης διάρκειας και υψηλής έντασης αφορά το συνεχόμενο τρέξιμο με δρομική ταχύτητα ίση ή μεγαλύτερη από την ταχύτητα του αναερόβιου κατωφλιού, περίπου στο 70-90% της $\dot{V}O_{2max}$ ή στο 85%-90% της HRmax. Το προπονητικό ερέθισμα είναι διάρκειας περίπου 20-40 min. Χρησιμοποιείται για τη βελτίωση του αερόβιου μεταβολισμού μέσω της διεύρυνσης των δραστηριοποίησης του μεταβολισμού του γλυκογόνου, της αύξησης των αποθηκών γλυκογόνου και της αύξησης της ικανότητας απομάκρυνσης γαλακτικού οξέος. Παράλληλα προκαλεί υπερτροφία του καρδιακού μυός, βελτίωση της περιφερικής αιμάτωσης, αύξηση της δραστηριότητας των ενζύμων και των μυϊκών ινών τύπου IIa, βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$, και μετακίνηση προς τα δεξιά της καμπύλης του αναερόβιου κατωφλιού (Zintl, 1993; Grosser & Sratishka, 1998; Laursen & Jenkins, 2002). Το συνεχόμενο τρέξιμο που διεξάγεται σε πολύ υψηλή ένταση, με δρομική ταχύτητα πάνω από την $\dot{V}D50\%$, συνήθως διατηρείται για μικρό χρονικό διάστημα (περίπου 8-12min). Για το λόγο αυτό τέτοιες επιβαρύνσεις δεν χρησιμοποιούνται στη μέθοδο διάρκειας.

Η προπόνηση με τη μέθοδο διάρκειας οδηγεί σε σημαντικές προσαρμογές σε λειτουργικά συστήματα, που καθορίζουν το επίπεδο της αερόβιας ικανότητας και ειδικότερα στο σύστημα μεταφοράς και κατανάλωσης οξυγόνου. Σε έρευνα των Green και συν. (1990) μετά από την εφαρμογή προγράμματος συνεχόμενης άσκησης με μέτρια ένταση αλλά μεγάλη διάρκεια (120 min στο 65% της $\dot{V}O_{2max}$), παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στο σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, μέσω της αύξησης της καρδιακής παροχής και συγκεκριμένα της αύξησης του όγκου παλμού (+22 ml), του συνολικού όγκου αίματος (+12%), του συνολικού όγκου πλάσματος αίματος (+20%) και της παράλληλης μείωσης της καρδιακής συχνότητας (-13 παλμούς/min) σε υπομέγιστες εντάσεις. Επίσης σε μεταγενέστερη έρευνα των Green και συν. (1991), μετά από την εφαρμογή προγράμματος συνεχόμενης άσκησης με χαμηλότερη ένταση (στο 59% της $\dot{V}O_{2max}$), παρατηρήθηκε αύξηση της πυκνότητας των τριχοειδών (αριθμός ανά μυϊκή ίνα), μείωση της κατανάλωσης μυϊκού γλυκογόνου (-47%) και των ποσοστών γαλακτικού οξέος (-39%) για την εκτέλεση άσκησης με ίδια διάρκεια και ένταση. Επιπλέον, μετά από εφαρμογή

προγράμματος συνεχόμενης άσκησης έχουν παρατηρηθεί σημαντικές προσαρμογές σε λειτουργικά συστήματα, όπως η αυξημένη οξειδωση των λιπαρών οξέων (Martin, Dalsky, Hurley, Matthews, Bier, & Hagberg, 1993), η μειωμένη χρησιμοποίηση γλυκόζης και γλυκογόνου (Coggan, 1997) αλλά και η αυξημένη οξειδωτική δραστηριότητα των μυϊκών ινών ταχείας συστολής (Henriksson, 1992). Όμως εδώ και δυο δεκαετίες έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η συνεχόμενη μέθοδος χαμηλής έντασης (περίπου στο 50%-60% VO_2max) μπορεί μεν να επαρκεί για την αύξηση της μιτοχονδριακής πυκνότητας στις μυϊκές ίνες τύπου I, αλλά απαιτούνται πολύ υψηλότερες εντάσεις για να προκαλέσουν παρόμοιες σημαντικές αυξήσεις στις μυϊκές ίνες τύπου II (Dudley, Abraham, & Terjung, 1982). Επιπλέον η πολύχρονη εφαρμογή προγραμμάτων με ερεθίσματα μέτριας έντασης σε αθλητές υψηλού επιπέδου, ενδεχομένως να δημιουργήσει φράγμα απόδοσης να προκληθούν οι αναμενόμενες προσαρμογές. Αυτό διαπιστώθηκε στην έρευνα των Denis και συν. (1982) όπου εφαρμόστηκε προπονητικό πρόγραμμα διάρκειας 40 εβδομάδων σε εργοποδήλατο. Το πρωτόκολλο περιλάμβανε άσκηση διάρκειας 60 min και έντασης 80-85% της VO_2max . Μετά το τέλος του προγράμματος αν και παρατηρήθηκαν βελτιώσεις στο αναερόβιο κατώφλι, δεν υπήρξαν σημαντικές μεταβολές στη VO_2max .

Οι Whipp (1994) και Gaseer, Pole (1996) συμφωνούν ότι η συνεχόμενη μέθοδος υψηλής έντασης (πάνω από το αναερόβιο κατώφλι) οδηγεί σε περαιτέρω προσαρμογές οι οποίες δεν είναι εφικτές με την συνεχόμενη μέθοδο χαμηλής έντασης. Το θέμα των προσαρμογών με τη χρήση της συνεχόμενης μεθόδου υψηλής έντασης έχει απασχολήσει και άλλους ερευνητές. Για παράδειγμα, οι Moritani, Nagata, DeVries και Muro (1981) παρατήρησαν ότι η συνεχόμενη άσκηση υψηλής έντασης οδηγεί σε βελτίωση του αναερόβιου κατωφλιού, που σημαίνει διεύρυνση του φάσματος που δραστηριοποιείται ο αερόβιος μηχανισμός παραγωγής ενέργειας. Αργότερα, οι Carter και συν. (1999), εξέτασαν τη χρόνια επίδραση της προπόνησης με τη συνεχόμενη μέθοδο υψηλής έντασης στην αερόβια ικανότητα σπουδαστών Φυσικής Αγωγής. Παρόλο που η παρέμβαση (3 έως 5 προπονητικές μονάδες / εβδομάδα, με συνεχόμενο τρέξιμο 20-30 min και ταχύτητα περίπου ίση με την vAT) ήταν σχετικά σύντομη (συνολική διάρκεια 6 εβδομάδων) διαπιστώθηκε αύξηση του μέσου όρου των τιμών της VO_2max από 47.9 σε 52.2 mg/kg/min . Σε αντίθεση, οι Helgerud, Hoydal και Wang, (2007) συγκρίνοντας τους δυο τύπους της συνεχόμενης μεθόδου, παρουσίασαν ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι η προπόνηση υψηλής έως πολύ υψηλής έντασης και μέτριας διάρκειας (20-30 min στο 85 %

HRmax) δεν οδήγησε σε μεγαλύτερη βελτίωση της VO_2max από την προπόνηση χαμηλής έντασης και μεγάλης διάρκειας ($> 40 \text{ min}$ στο $60\% \text{ HRmax}$).

Οι ερευνητές Hill, Williams και Burt (1997) συγκρίνανε την οξεία απόκριση της VO_2 , μεταξύ της συνεχόμενης μεθόδου υπομέγιστης έντασης (92% της vVO_2max) και της συνεχόμενης με μέγιστη ένταση (100% της vVO_2max). Οι ερευνητές διαπίστωσαν αρχικά ότι η επίτευξη της VO_2max καθυστερεί περισσότερο ($491 \pm 156 \text{ sec}$) κατά την υπομέγιστη από ότι κατά την μέγιστη άσκηση ($299 \pm 74 \text{ sec}$). Επίσης η συνολική επιβάρυνση του αερόβιου μηχανισμού, που μετρήθηκε ως ο χρόνος διατήρησης σε κατάσταση υψηλής πρόσληψης οξυγόνου ($> 95\% \text{VO}_2\text{max}$ ήταν μεγαλύτερη με την υπομέγιστη ($130 \pm 66 \text{ sec}$) παρά με τη μέγιστη άσκηση ($32 \pm 41 \text{ sec}$).

Η διαλειμματική μέθοδος

Η διαλειμματική μέθοδος αποτελεί μια ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδο προπόνησης της αντοχής. Σε ερευνητικό επίπεδο έχει χρησιμοποιηθεί είτε ως μέθοδος μακρόχρονης προπονητικής παρέμβασης για να διαπιστωθεί η δυνατότητα προσαρμογών στο αερόβιο σύστημα, είτε για σύγκριση με άλλες μεθόδους έτσι ώστε να διαπιστωθεί η επίδραση της στην οξεία απόκριση διάφορων φυσιολογικών παραμέτρων κατά τη διάρκεια της άσκησης (καρδιακή συχνότητα, κινητική του οξυγόνου) (Billat, 2001a; Tabata et al., 1997; Midgley & Naughton, 2006; Millet, Candau, Fattori, Bignet, & Varray, 2003a). Η διαλειμματική μέθοδος συνίσταται σε άσκηση επαναλαμβανόμενων επιβαρύνσεων οι οποίες διακόπτονται από μικρά διαλείμματα. Τα διαλείμματα διεξάγονται είτε με άσκηση χαμηλότερης έντασης (ενεργητικά) είτε με παύση (παθητικά). Με βάση την ένταση και τη διάρκεια των διαστημάτων επιβάρυνσης και την αναλογία τους με την ένταση και τη διάρκεια των περιόδων αποκατάστασης, η διαλειμματική μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί με μεγάλη ποικιλία συνδυασμών (Daniels & Scardina, 1984). Η συνολική επιβάρυνση στη διαλειμματική μέθοδο προσδιορίζεται πολύ πιο σύνθετα από την μέθοδο διάρκειας. Τα χαρακτηριστικά προσδιορισμού της επιβάρυνσης όπως καθορίστηκαν από τους Saltin, Essen και Pedersen (1976) είναι τα εξής: Η ένταση, που δηλώνεται με το μέσο όρο των εντάσεων επιβάρυνσης και αποκατάστασης και η αναλογία, που εκφράζεται ως ο λόγος της διάρκειας της επιβάρυνσης και της αποκατάστασης. Ακόμη, άλλο χαρακτηριστικό προσδιορισμού είναι το εύρος, που αποδίδεται με κλάσμα που έχει ως αριθμητή τη

διαφορά ανάμεσα στην ένταση της άσκησης και τη μέση ένταση των περιόδων επιβάρυνσης και αποκατάστασης και παρονομαστή τη μέση ένταση.

Επιπλέον άλλα χαρακτηριστικά ενός πρωτοκόλλου διαλειμματικής είναι η συνολική διάρκεια του και η συνολική απόσταση που καλύφθηκε. Με βάση το χρόνο που διαρκούν τα διαστήματα της άσκησης, η διαλειμματική μέθοδος διακρίνεται σε διαλειμματική μικρού χρόνου, διαλειμματική μεσαίου χρόνου και διαλειμματική μακρού χρόνου. Η Διαλειμματική μέθοδος μικρού χρόνου είναι η μέθοδος που τα διαστήματα της άσκησης διαρκούν 6sec έως 30sec, ενώ η ένταση στις δρομικές επιβαρύνσεις είναι συνήθως ίση ή υψηλότερη της $\dot{V}O_{2max}$. Για παράδειγμα: 15 επαναλήψεις των 30sec με ενδιάμεσο διάλειμμα 30sec, με ένταση της άσκησης στο 110% της $\dot{V}O_{2max}$ και του διαλείμματος στο 60% της $\dot{V}O_{2max}$ ή (15x30:30sec με 110%:60%) Η Διαλειμματική μέθοδος μεσαίου χρόνου είναι η μέθοδος που τα διαστήματα της άσκησης διαρκούν 2 έως 4 min ενώ η ένταση στις δρομικές επιβαρύνσεις είναι περίπου στο 90-100% της $\dot{V}O_{2max}$. Για παράδειγμα: 5 επαναλήψεις των 3min με ενδιάμεσο διάλειμμα 3 min. Η ένταση της άσκησης στο 90% της $\dot{V}O_{2max}$ και του διαλείμματος στο 45% της $\dot{V}O_{2max}$ (5 x 3:3 min με 90% : 45%). Στη διαλειμματική μέθοδο μακρού χρόνου τα διαστήματα της άσκησης διαρκούν 5- 8min ενώ η ένταση στις δρομικές επιβαρύνσεις είναι περίπου στο 90-100% της $\dot{V}O_{2max}$. (Παράδειγμα: 4 επαναλήψεις των 6 min με ενδιάμεσο διάλειμμα 4 min. Η άσκηση στο 90% της $\dot{V}O_{2max}$ και το διάλειμμα στο 35% της $\dot{V}O_{2max}$) ή 4x6:4min (90% :35%).

Έχει διατυπωθεί ο ισχυρισμός ότι περαιτέρω προσαρμογές του αερόβιου μεταβολισμού είναι εφικτές με τη χρήση υψηλής έντασης 90-100% της $\dot{V}O_{2max}$ (Robinson, Hume, & Hopkins, 1991). Όμως είναι γνωστό ότι αν η μέθοδος διάρκειας εφαρμοσθεί σε τόσο υψηλή ένταση, η διάρκεια της θα είναι ελάχιστη με αποτέλεσμα τη σύντομη και ανεπαρκή επιβάρυνση του καρδιοαναπνευστικού συστήματος (Bosquet, Léger & Legros, 2002). Η δυνατότητα εφαρμογής υψηλών εντάσεων δίνεται μέσω της διαλειμματικής μεθόδου. Η χρήση της στοχεύει, ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια των διαστημάτων επιβάρυνσης και διαλείμματος, στη βελτίωση του αερόβιου και του αναερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας. Η διαλειμματική μέθοδος που έχει στόχο τη βελτίωση του αναερόβιου μηχανισμού εφαρμόζεται με πολύ υψηλή ένταση άσκησης και με διαλείμματα μεγάλης διάρκειας (Billat, 2001b). Έχει παρατηρηθεί όμως, με την εφαρμογή τέτοιων ερεθισμάτων υπερμέγιστης έντασης αλλά μικρής διάρκειας και ανάλογα μικρό διάλειμμα, παράλληλη ενεργοποίηση και του αερόβιου μηχανισμού.

Συγκεκριμένα οι Tabata, Irisava και Kouzaki, (1997) διαπίστωσαν ότι η εκτέλεση 6-7 x 20 sec στο 170% της VO_2max με διάλειμμα 10 sec προκάλεσε υψηλότερες τιμές VO_2 αλλά και μεγαλύτερη συμμετοχή του αναερόβιου μηχανισμού, από αντίστοιχο πρόγραμμα 4-5 x 30 sec στο 200% της VO_2max με διάλειμμα 2 min. Από φυσιολογικής πλευράς, σύμφωνα με τους Astrand, Astrand P. και Christensen, (1960), το πλεονέκτημα της διαλειμματικής προκύπτει από τον ρόλο τη μυοσφαιρίνης. Το συνδεδεμένο με την μυοσφαιρίνη οξυγόνο, είναι αυτό που χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της αρχικής φάσης της άσκησης (καρδιοδυναμική φάση). Στη διαλειμματική μέθοδο αυτό συμβαίνει στην έναρξη κάθε διαστήματος επιβάρυνσης. Τότε παρατηρούνται μέγιστες τιμές ελλείμματος οξυγόνου μια και η πρόσληψη του δεν επαρκεί για τις ενεργειακές ανάγκες της άσκησης. Αυτή η αποθήκη οξυγόνου υπολογίστηκε ότι είναι ίση με 0.43 L, και αντιπροσωπεύει περίπου 10% του μέγιστου συσσωρευμένου ελλείμματος οξυγόνου, ύστερα από έντονη άσκηση διάρκειας 2 min (Medbo & Tabata, 1990). Κατά τη φάση της ανάληψης, η μυοσφαιρίνη δεσμεύει εκ νέου το οξυγόνο, το οποίο προσφέρεται κατά την έναρξη του νέου διαστήματος επιβάρυνσης.

Η διαλειμματική μέθοδος μικρού χρόνου

Το 1960 οι Christensen και συν., δημοσίευσαν την πρώτη μελέτη που περιγράφει τη μεταβολική αντίδραση κατά τη διάρκεια της διαλειμματικής άσκησης με ιδιαίτερα μικρές χρονικές περιόδους, από 5 έως 30 sec (Billat, 2001a). Ανέφεραν ότι δρομέας με VO_2max 67 ml/min/kg, που εκτέλεσε άσκηση με διαλειμματική μέθοδο μικρού χρόνου (επιβαρύνσεις 15 sec στο 100% vVO_2max με ενδιάμεσο παθητικό διάλειμμα 15 sec), έφτασε στο 100% της VO_2max και διατήρησε αυτή την άσκηση για 30 min. Ενώ, χρησιμοποιώντας επιβαρύνσεις διάρκειας 15 sec στο 100% της vVO_2max και ενδιάμεσα παθητικά διαλείμματα 10 sec έφθασε στο 95% της VO_2max , με συνολική διάρκεια προγράμματος 18 min. Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος παρέμεινε σε χαμηλό επίπεδο (2,3mmol/L) μετά το τέλος της άσκησης και στα δυο πρωτόκολλα. Αργότερα, οι Edwards, Ekelund και Harris (1973) μελετώντας την κινητική του οξυγόνου στη διαλειμματική μέθοδο, παρατήρησαν ότι όταν αυτή εφαρμόστηκε σε κυκλοεργόμετρο με διαστήματα επιβάρυνσης 30 sec στο 100% της VO_2max και ενεργητικό διάλειμμα διάρκειας 60 sec στο 50% της pVO_2max , η VO_2 παρέμεινε σε υψηλό επίπεδο στα πρώτα 20 sec του διαλείμματος ενώ μειωνόταν αρκετά μόνο μετά από 30 sec από το τέλος της

περιόδου άσκησης. Όμως στη διαλειμματική με επιβαρύνσεις 30 sec στο 120% της $\dot{V}O_{2max}$ και με ενδιάμεσο παθητικό διάλειμμα ίσης διάρκειας, οι συμμετέχοντες έφθασαν κατά τη διάρκεια της άσκησης μόνο στο 70% της ατομικής τους $\dot{V}O_{2max}$. Η διαλειμματική μικρού χρόνου έχει αποδειχθεί πιο αποτελεσματική έναντι της συνεχόμενης άσκησης που εκτελείται στην ίδια ταχύτητα, για να αποτρέψει τη μείωση γλυκογόνου, διευρύνοντας τη χρησιμοποίηση των λιπιδίων. Στην έρευνα του Essen (1978) η συνεχόμενη άσκηση υψηλής έντασης (100-102% της $\dot{V}O_{2max}$) με διάρκεια μέχρι την πλήρη εξάντληση ($t_{lim} = 4 - 6 \text{ min}$) και η διαλειμματική μικρού χρόνου (συνολικής διάρκειας 60 min, με επιβαρύνσεις των 15sec στο 112% της $\dot{V}O_{2max}$ με ισόχρονο παθητικό διάλειμμα) δεν μείωσαν το μυϊκό γλυκογόνο με τον ίδιο τρόπο. Το επίπεδο συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος του αίματος ήταν 2 mmol/L στη διαλειμματική έναντι 10 mmol/L στη συνεχόμενη μέθοδο. Στο τέλος της διαλειμματικής άσκησης, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση γλυκογόνου στους τύπους I και II των μυϊκών ινών, ενώ με τη συνεχόμενη έντονη άσκηση η μείωση του γλυκογόνου, παρατηρήθηκε περισσότερο στις τύπου II από ότι στις τύπου I μυϊκές ίνες. Ο ρυθμός μείωσης του γλυκογόνου κατά τη διαλειμματική μέθοδο ήταν ενδιάμεσος μεταξύ των ρυθμών μείωσης της συνεχόμενης άσκησης μέτριας έντασης στο 50% $\dot{V}O_{2max}$ και της συνεχόμενης άσκησης μέγιστης άσκησης (διάρκειας 6 min) στο 100% $\dot{V}O_{2max}$. Σε νεότερες έρευνες έχει αναφερθεί ότι η διαλειμματική άσκηση μικρού χρόνου που έχει επιβαρύνσεις διάρκειας από 15 έως 30 sec με ένταση μεγαλύτερη της $\dot{V}O_{2max}$ και ενεργητικά διαλείμματα αντίστοιχης διάρκειας, είναι η πλέον αποτελεσματική στη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας. Ειδικότερα η διαλειμματική 30:30 sec (άσκηση :ανάληψη) είναι αυτή που χρησιμοποιείται συχνότερα στα αθλήματα αντοχής για τη βελτίωση της απόδοσης (Billat, 2001a; Tardieu-Berger, Thevenet, Zouhal, & Prioux, 2004; Thevenet, Tardieu, Zouhal, Jacob, Abderraouf & Prioux, 2007a). Οι Midgley και McNaughton, (2006) διατύπωσαν τον ισχυρισμό ότι κατά την διαλειμματική άσκηση μικρού χρόνου με ένταση από 90% έως 105% της $\dot{V}O_{2max}$, τα διαστήματα άσκησης και διαλείμματος πρέπει να διαρκούν από 15 έως 30 sec, για να εξασφαλισθεί η ιδανική διάρκεια παραμονής σε υψηλά ποσοστά της $\dot{V}O_{2max}$ και κατά συνέπεια η βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$. Σε έρευνες έχει διαπιστωθεί η αποτελεσματικότητα του πρωτοκόλλου 30:30, τόσο στη διατήρηση υψηλών ποσοστών της $\dot{V}O_2$ κατά τη διάρκεια της άσκησης (Demarie, Koralsztejn & Billat, 2002; Billat, Slawinski, & Bocquet, 2000; Dupont, Blondel, Lensele & Berthoin, 2002; Millet, Candau, Fattori, Bignet, & Varray, 2003b), όσο και στη βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ μετά από εφαρμογή μακροχρόνιων

προγραμμάτων (Gorostiaga, Walter, Foster & Hickson, 1991; Overend, Paterson & Cunningham, 1992). Σε ορισμένες μελέτες διερευνήθηκε η ένταση στην οποία πρέπει να πραγματοποιείται η άσκηση ώστε να ενεργοποιείται μέγιστα ο αερόβιος μεταβολισμός. Οι Millet και συν. (2003b) συγκρίνανε δυο πρωτόκολλα διαλειμματικής μεθόδου μικρού χρόνου με ισόχρονα διαστήματα επιβάρυνσης και διαλείμματος (30 sec). Η ένταση της επιβάρυνσης στο ένα πρωτόκολλο ήταν 100% της $\dot{V}O_{2max}$ και στο άλλο 105% της $\dot{V}O_{2max}$, ενώ το διάλειμμα και στα δύο ήταν ενεργητικό στο 50% της $\dot{V}O_{2max}$. Αν και η ένταση στο δεύτερο πρωτόκολλο ήταν μεγαλύτερη μόνο κατά 5%, σημειώθηκε σημαντικά υψηλότερη τιμή $\dot{V}O_2$ έναντι του πρωτοκόλλου έντασης στο 100% της $\dot{V}O_{2max}$ (71.2 ± 4.2 ml/min/kg έναντι 66.2 ± 4.6 ml/min/kg) καθώς και μεγαλύτερη διάρκεια παραμονής σε ποσοστά πάνω από 90% της $\dot{V}O_{2max}$ (338 ± 149 sec έναντι 168 ± 131 sec). Οι Dupont και συν. (2002) στη μελέτη τους διερεύνησαν σε πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης την ταχύτητα κατά την οποία παρατηρείται μεγαλύτερη παραμονή σε εντάσεις μεταξύ 90-100% $\dot{V}O_{2max}$. Για το σκοπό αυτό συγκρίνανε τον χρόνο παραμονής σε υψηλά ποσοστά της $\dot{V}O_{2max}$ κατά τη εκτέλεση τεσσάρων πρωτοκόλλων διαλειμματικής άσκησης μικρού χρόνου, διάρκειας 15:15 sec (άσκηση : ανάληψη) και έντασης 110%, 120%, 130%, 140% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας (MAT) και ένα πρωτόκολλο της μεθόδου διάρκειας στο 100% της MAT. Τα πρωτόκολλα διήρκησαν μέχρι την εξάντληση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διαλειμματική άσκηση στο 120% της MAT επέτρεψε τους ασκούμενους να διατηρηθούν περισσότερο χρόνο κοντά στη $\dot{V}O_{2max}$ (202 ± 66 sec) από τα υπόλοιπα πρωτόκολλα στο 110% (116 ± 42 sec), στο 130% (50 ± 47 sec), στο 140% (48 ± 59 sec) και από τη μέθοδο διάρκειας (120 ± 42 sec). Ο χρόνος διατήρησης πάνω από το 90% της $\dot{V}O_{2max}$ ήταν σημαντικά μεγαλύτερος στα πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης που εφαρμόστηκαν στο 110% (383 ± 180 sec) και στο 120% (323 ± 282 sec) έναντι των πρωτοκόλλων στο 130% (135 ± 133 sec), στο 140% (77 ± 96 sec) και του πρωτοκόλλου συνεχόμενης άσκησης (217 ± 114 sec). Τέλος, στα διαλειμματικά πρωτόκολλα 110% και 120% και στο πρωτόκολλο της μεθόδου διάρκειας στο 100% όλοι οι δοκιμαζόμενοι έφτασαν στο 100% της $\dot{V}O_{2max}$. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η διαλειμματική άσκηση μικρού χρόνου (15 : 15) ενεργοποιεί περισσότερο τον αερόβιο μηχανισμό όταν εφαρμόζεται με ένταση 120% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας.

Ο Noakes, (1991) υποστηρίζει ότι τα οφέλη μιας μεθόδου, εξαρτώνται και από την απόσταση που διανύεται με υψηλή ταχύτητα. Ο ερευνητής διατυπώνει την άποψη ότι η

διαλειμματική μέθοδος με σύντομα διαστήματα άσκησης που εκτελείται στη vVO_{2max} , όχι μόνο επιτρέπει στην καρδιαγγειακή λειτουργία να ενεργοποιηθεί στο μέγιστό βαθμό (έως την VO_{2max}) για περισσότερο χρόνο, αλλά επιτρέπει επίσης να διανυθεί η απόσταση σε υψηλότερη ταχύτητα γεγονός που συνδέεται με μυϊκές προσαρμογές. Έτσι η χρήση της, είναι πιθανό να οδηγήσει στη βελτίωση της απόδοσης σε δρομείς μεσαίων και μεγάλων αποστάσεων.

Η διαλειμματική μέθοδος μεσαίου και μακρού χρόνου

Το 1960, ο πρωτοπόρος Σουηδός φυσιολόγος Per Oløf Astrand και οι συνεργάτες του ανέπτυξαν τη διαλειμματική μέθοδο μεσαίου χρόνου, χρησιμοποιώντας ένταση 90-95% της vVO_{2max} . Εφαρμόζοντας σε ενήλικες αθλητές ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης με επιβαρύνσεις διάρκειας 3 min, στο 90-92% της vVO_{2max} και ισόχρονα ενδιάμεσα παθητικά διαλείμματα παρατήρησαν ότι στις τελευταίες επαναλήψεις επιτεύχθηκε η VO_{2max} . Θεωρήθηκε δε ότι αποτελεί μια από τις καλύτερες μορφές προπόνησης για τη βελτίωση της VO_{2max} , μια και όλες οι καρδιοαναπνευστικές παράμετροι ενεργοποιήθηκαν μέγιστα. Στην ίδια έρευνα, το πρωτόκολλο διαλειμματικής με επιβαρύνσεις διάρκειας 2 min στο 100% vVO_{2max} και ισόχρονο παθητικό διάλειμμα, ήταν αρκετό για να φθάσουν στο 95% της VO_{2max} , με χαμηλή ταυτόχρονα συγκέντρωση γαλακτικού οξέος (2,2 mmol/L). Επιπλέον αναφέρθηκε ότι με πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης που περιλάμβανε σύντομες επιβαρύνσεις των 15 sec στην vVO_{2max} και ενδιάμεσα ισόχρονα παθητικά διαλείμματα, ενεργοποιήθηκε μόνο το 65% της VO_{2max} . (Astrand, Astrand P, & Christensen, 1960). Αργότερα οι Fox, Bartels και Billing (1975) υποστήριζαν ότι η διαλειμματική προπόνηση που αποτελείται από επαναλαμβανόμενες επιβαρύνσεις διάρκειας 1-8 min στο 90-100% της vVO_{2max} είναι η αποτελεσματικότερη για την προπόνηση δρομέων μεσαίων αποστάσεων, ενώ οι Daniels και Scardina (1984) πρότειναν τα διαστήματα άσκησης από 3-5 min ως τα πλέον κατάλληλα για τη βελτίωση των αερόβιων παραμέτρων. Οι Lucia, Hoyos και Chicharro (2000) αναφερόμενοι στη διαλειμματική μεσαίου χρόνου υποστήριζαν ότι όταν αυτή η μέθοδος εκτελείται σε ένταση μεταξύ $vD50\%$ και vVO_{2max} έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει αύξηση του επίπεδου VO_2 έως τις μέγιστες τιμές, ως αποτέλεσμα του φαινομένου της αργής υνιστώσας.

Πολλοί ερευνητές, βαθμονόμησαν τη διάρκεια των ερεθισμάτων της διαλειμματικής μεσαίου χρόνου, με βάση το χρόνο που μπορεί να τρέξει κάποιος στην ένταση 100% της

vVO_{2max} μέχρι να εξαντληθεί πλήρως ($tlim$). Ο $tlim$ σχετίζεται αποκλειστικά με την ικανότητα ανοχής μιας μέγιστης έντασης και γι' αυτό παρατηρείται μεγάλη διακύμανση (περίπου 25% του $tlim$) ανάμεσα σε άτομα με παρόμοια VO_{2max} (Billat & Koralsztein, 1996b). Οι Billat, Pinoteau, και Petit (1996a) συγκρίνανε τη φυσιολογική απόκριση δρομέων υψηλού επιπέδου, οι οποίοι εκτέλεσαν μέχρι την εξάντληση δυο διαφορετικά πρωτόκολλα διαλειμματικής άσκησης μεσαίου χρόνου στην ένταση 100% της vVO_{2max} και με ενδιάμεσα διαλείμματα στο 60% της vVO_{2max} . Στο πρώτο πρωτόκολλο η διάρκεια των ερεθισμάτων καθορίστηκε στα 2 min με ισόχρονα ενδιάμεσα διαλείμματα ενώ στο δεύτερο πρωτόκολλο η ισόχρονη διάρκεια των επιβαρύνσεων και των διαλειμμάτων προσδιορίστηκε με βάση τον $tlim$ και καθορίστηκε στο 50% του $tlim$. Τα δεδομένα της έρευνας έδειξαν ότι ο συνολικός χρόνος άσκησης στο δεύτερο πρωτόκολλο ήταν 2,5 φορές πολλαπλάσιος του $tlim$ οποιαδήποτε κι αν ήταν η τιμή αυτού. Αυτό σημαίνει ότι σε αυτό το πρωτόκολλο όλοι οι δρομείς ήταν σε θέση να τρέξουν 5 επαναλήψεις με διάρκεια 50% του $tlim$.

Συμπερασματικά δε, αναφέρουν ότι με άσκηση έντασης στο 100% της vVO_{2max} , απαιτείται χρόνος περίπου ίσος με το 50% του $tlim$ για να φθάσει κάποιος στη VO_{2max} . Εάν επομένως στόχος είναι να εμφανισθεί η VO_{2max} από την πρώτη επανάληψη, τότε η διάρκεια του ερεθίσματος πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το 50% του $tlim$. Αργότερα οι Hill και Rowell (1997) υποστήριξαν ότι στη περίπτωση που το προπονητικό πρωτόκολλο διαλειμματικής σχεδιάζεται με στόχο το μεγαλύτερο δυνατό χρόνο άσκησης στην vVO_{2max} η κάθε μία επανάληψη πρέπει να διαρκεί περισσότερο από το 60% του $tlim$ (2,4 min–3,6 min). Σε πρόγραμμα παρέμβασης οι Billat, Flechet, Petit, Muriaux και Koralsztein (1999a), αφού προσδιόρισαν τη διάρκεια των ερεθισμάτων με βάση τον $tlim$, αναφέρουν ότι προπονητικά πρωτόκολλα με ερεθίσματα διάρκειας 50%-60% του $tlim$ και έντασης 100% της vVO_{2max} βελτιώνουν σημαντικά τη VO_{2max} και τη vVO_{2max} , σε όλα τα επίπεδα των αθλητών ακόμη και με μικρό χρόνο εφαρμογής (4-6 εβδομάδες και με συχνότητα 1-2 φορές την εβδομάδα). Ελαφρώς μεγαλύτερες τιμές για τη διάρκεια του ερεθίσματος προτείνουν οι Smith, McNaughton και Marshall, (1999). Οι ερευνητές εφάρμοσαν παρεμβατικό πρόγραμμα σε δρομείς υψηλού επιπέδου που περιλάμβανε δύο προπονήσεις διαλειμματικής άσκησης την εβδομάδα με 6 επαναλήψεις διάρκειας 60% έως 75% του $tlim$ και έντασης 100% της vVO_{2max} . Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αθλητές είχαν δυσκολία να ολοκληρώσουν τα ερεθίσματα διάρκειας 70% $tlim$, γεγονός που μείωσε το συνολικό χρόνο που έτρεξαν κοντά στη VO_{2max} . Ως προς το αποτέλεσμα, το

προπονητικό πρόγραμμα οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις της VO_2max , της vVO_2max , του tlim και της επίδοση στα 3000m. Αργότερα σε έρευνα του ίδιου ερευνητικού εργαστηρίου, διαπιστώθηκε ότι προπονητικό πρόγραμμα διαλειμματικής άσκησης μεσαίου χρόνου με διάρκεια ερεθισμάτων 60% του tlim και διάλειμμα διπλάσιας διάρκειας (περίπου 2:15 min : 4:30min), που εφαρμόστηκε σε καλά προπονημένους αθλητές αντοχής, ήταν αποτελεσματικό για τη βελτίωση του αναπνευστικού κατωφλιού, του tlim , και της επίδοσης στα 3000m (Smith, Coombes & Geraghty, 2003). Πρόσφατα οι Esfarjani και Laursen (2007), συμπέραναν ότι όταν κατά τη διαλειμματική άσκηση μεσαίου χρόνου τα ερεθίσματα επιβάρυνσης διαρκούν περίπου 60% του tlim , τότε δημιουργούνται οι καλύτερες προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της VO_2max και της ικανότητας αντοχής. Η διάρκεια των διαστημάτων άσκησης στην έρευνα αυτή ήταν $3,5 \pm 0,7$ min.

Βέβαια, πολλές φορές, η διάρκεια των ερεθισμάτων καθορίζεται με βάση συγκεκριμένο χρόνο εργασίας και διαλείμματος. Οι Millet, Candau, Fattori, Bignet και Varray, (2003a) σε συγκριτική έρευνα μεταξύ διαλειμματικών μεθόδων διαπίστωσαν ότι η χρησιμοποίηση του ατομικού tlim για τον καθορισμό της διάρκειας των επαναλήψεων είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον καθορισμό της προπόνησης αλλά η χρήση του δεν οδήγησε στη διατήρηση για περισσότερο χρόνο υψηλών ποσοστών της VO_2max απ' ότι παρατηρήθηκε με τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένου χρόνου άσκησης.

Η διαλειμματική μέθοδος στο ποδόσφαιρο

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα κατά την εφαρμογή της διαλειμματικής μεθόδου εξαντλούνται τα αποθέματα γλυκογόνου το οποίο έχει ως επακόλουθο το μεγάλο υπερσημψηφισμό και έντονες επιδράσεις στο κυκλοφοριακό σύστημα, όσον αφορά στη βελτίωση της ικανότητας μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Ερευνητές όπως οι Hoff και συν. (2005) έχουν επισημάνει ότι η έντονη διαλειμματική μέθοδος παρουσιάζει πολύ καλά αποτελέσματα με στόχο την βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Επίσης λόγω του μικρού διαλείμματος ενδείκνυται για την βελτίωση της ψυχοσωματικής ανοχής στην κόπωση και μπορεί να εφαρμοσθεί με πολύ καλά αποτελέσματα με στόχο την βελτίωση της ειδικής αντοχής. Η χαρακτηριστική εναλλαγή επιβάρυνσης ανάληψης μοιάζει αρκετά με την μορφή της αγωνιστικής επιβάρυνσης που υφίσταται ο ποδοσφαιριστής.

Οι Tabata και συν. (1997) υποστήριξαν ότι σε ένα πρόγραμμα 6 εβδομάδων βασισμένο σε σύντομες διαλειμματικές ασκήσεις υψηλής έντασης με μικρές περιόδους

ξεκούρασης, παρουσιάζουν βελτίωση στη VO_{2max} και στην αναερόβια ικανότητα των παικτών. Παρομοίως ένα πρόγραμμα 9 εβδομάδων βασισμένο στις επαναλήψεις 4 ασκήσεων υψηλής έντασης των 30 δευτερολέπτων, βελτιώνει σημαντικά τις αερόβιες και αναερόβιες αποδόσεις, ενώ ένα πρόγραμμα 2 εβδομάδων βασισμένο σε επαναλαμβανόμενα τρεξίματα των 15 δευτερολέπτων στο 100% της έντασης με 45 δευτερόλεπτα ξεκούρασης συν μία επανάληψη των τρεξιμάτων με αύξηση της διάρκειας στα 30 δευτερόλεπτα βελτιώνει το VO_{2max} και τις ενζυματικές δραστηριότητες του αερόβιου και του αναερόβιου τομέα.

Ακόμη οι Burke, Thayer και Belcamino (1994) συμπέραναν ότι τα πρωτόκολλα διαλειμματικής μεθόδου με μικρή και μεσαία διάρκεια ερεθισμάτων (30:30 sec και 2:2 min, αντίστοιχα) ήταν το ίδιο αποτελεσματικά στην βελτίωση της VO_{2max} και του αναερόβιου κατωφλιού. Αργότερα οι Helgerud και συν. (2006) συγκρίνοντας προγράμματα διαλειμματικής μεθόδου μικρού και μεσαίου χρόνου (15 : 15 sec και 4 : 3 min, αντίστοιχα) δεν παρατήρησαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ως προς τη βελτίωση της VO_{2max} , του αναερόβιου κατωφλιού και της δρομικής οικονομίας. Πρόσφατα όμως, οι Esfarjani και Laursen (2007) διαπίστωσαν ότι πρόγραμμα διαλειμματικής μεθόδου με διάρκεια ερεθισμάτων 1-3min στο 100% vVO_{2max} και με ισόχρονο ενδιάμεσο διάλειμμα στο 50% vVO_{2max} , μπορεί να βελτιώσει τη VO_{2max} περισσότερο από αντίστοιχο πρόγραμμα διαλειμματικής μεθόδου με μικρή διάρκεια ερεθισμάτων 12 x 30 sec τρέξιμο με ένταση στο 130% της vVO_{2max} και ενδιάμεσα διαλείμματα 4,5 min στο 50% της vVO_{2max} . Σε μελέτη των Franch και συν. (1998) συγκρίθηκε σε 36 άνδρες μέτριας αερόβιας ικανότητας (VO_{2max} $54,8 \pm 3,0$ ml/kg/min) η επίδραση της συνεχόμενης προπόνησης έναντι της διαλειμματικής. Τα άτομα χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες παρέμβασης: α) ομάδα διαλειμματικής μεθόδου με μικρή διάρκεια ερεθισμάτων, 30-40 x 15 : 15 sec σε ταχύτητα 20,4 km/h και παθητικό διάλειμμα β) ομάδα διαλειμματικής μεθόδου με μέση διάρκεια ερεθισμάτων, 4-6 x 4:2 min σε ταχύτητα 16,6 km/h και παθητικό διάλειμμα και γ) ομάδα συνεχόμενης μεθόδου υψηλής έντασης, σε ταχύτητα 15 km/h και διάρκεια ~ 26 min. Όλες οι ομάδες προπονήθηκαν για 6 εβδομάδες, τρεις φορές την εβδομάδα. Η συνολική επιβάρυνση στα τρία πρωτόκολλα ισοσκελίστηκε με βάση τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα και κυμάνθηκε από 92-94% της HR_{max} ενώ η διάρκεια κάθε πρωτοκόλλου ήταν 20-30 min. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε ότι η ομάδα της συνεχόμενης μεθόδου και η ομάδα της διαλειμματικής μεθόδου μέσης διάρκειας ερεθισμάτων εμφάνισε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση από την ομάδα της

διαλειμματικής μεθόδου μικρής διάρκειας ερεθισμάτων στη VO_{2max} (5,9% και 6,0% έναντι 3,6% αντίστοιχα), στη δρομική οικονομία (3,1% και 3,0% έναντι 0,9% αντίστοιχα) και στη vVO_{2max} (9% και 10% έναντι 4% αντίστοιχα).

Επίσης οι Dupont και συν. (2004) με σκοπό να βελτιώσουν την αερόβια ικανότητα των παικτών αλλά και γενικότερα την απόδοση της ομάδας, εφάρμοσαν ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής άσκησης υψηλής έντασης διάρκειας 10 εβδομάδων, προσθέτοντας 2 ασκήσεις στο συνηθισμένο ποδοσφαιρικό πρόγραμμα. Κατά την πρώτη οι παίκτες εκτελούσαν 12-15 σπριντ των 40 μέτρων με 30 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης και κατά την δεύτερη (48 ώρες μετά) εκτελούσαν 2 σετ από 12-15 σπριντ των 15 δευτερολέπτων με 15 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές διαφορές τόσο στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου όσο και στη ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Σε πρόσφατη έρευνα των Ferrari, Impellizzeri, Rampinini, Castagna, Bishop, & Wisloff (2007), οι οποίοι εφάρμοσαν δύο διαφορετικά διαλειμματικά πρωτόκολλα διάρκειας επτά εβδομάδων σε νεαρούς ποδοσφαιριστές παρατήρησαν αύξηση (6% και 3% αντίστοιχα) στις τιμές της VO_{2max} στις δύο πειραματικές ομάδες. Τα πρωτόκολλα άσκησης αποτελούνταν από τρέξιμο 4 επαναλήψεων διάρκειας 4 λεπτών στο 90-95% H_{max} και 3 σετ των 6 επαναλήψεων 40 μέτρων. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα των Impellizeri, Castagna, Reilly, Sassi, Iaia, και Rampinini (2006) οι οποίοι χρησιμοποιώντας παρόμοια πρωτόκολλα άσκησης βρήκαν βελτίωση της VO_{2max} κατά 7% και στις 2 πειραματικές ομάδες. Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι η διαλειμματική μέθοδος η οποία έχει τόσες ομοιότητες με την αγωνιστική επιβάρυνση, μπορεί να ενσωματωθεί στην ποδοσφαιρική πρακτική και να προσφέρει θετικά αποτελέσματα με στόχο τη βελτίωση της φυσική κατάσταση και της τεχνική ή της φυσική κατάσταση και τακτικής (Weineck, 1997).

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας βιβλιογραφικών αναφορών με μελέτες παρέμβασης

A/A	Συγγραφέας	Έτος	Μέθοδος	Αποτελέσματα
1	Green et al.	1990	Συνεχ. 120min. 65% VO_{2max}	Αύξ ογκ. Παλμ. 22ml Αύξ. Ογκ αίμ. 12% Αύξ ογκ. Πλάσμ. Αίμ 20%
2	Martin et al.	1993	Συνεχ	Αύξ οξείδ. Λιπ. οξέων
3	Coggan et al.	1997	Συνεχ	Μείωσ. Χρησ. Γλυκοζης

4	Henriksson	1992	Συνεχ	Αύξ οξειδ.ικαν. μυικ. ινων ταχ. Συστ.
5	Denis et al.	1982	40εβδ. 60min. 80-85% vo2max	Αύξ. Αναερ. Κατ. Διατ. Vo2max
6	Carter	1999	3-5p.m/εβδ. 20-30min Vat για 6εβδ.	Αύξ. Vo2max8,5%
7	Helgerud et al.	2007	A) 20-30 min 85% MKΣ B) 40min 60%	Παρόμοια επίδραση σε VO2max και AT
8	Billat	2001a	A) 15-15sec στο 100% B) 15-10sec στο 100%	A) 100% vo2max για 30min B) 95% vo2max για 18min
9	Essen	1978	A) συνεχ. 100% pvo2max 4- 6min t-lim B) 15-15sec 112 pvo2max	B>A στη μείωση γλυκογόνου
10	Millet et al.	2003b	A)30-30sec 100% vo2max B) 30-30 sec 105%	B>A 7% vo2max B>A 5% διάρκεια παραμονής στη vo2max
11	Fox et al.	1975	1-8min στο 90-100% vVo2max	Μεγαλύτερη αύξ. Vo2max σε σχέση με όλες τις άλλες μεθ.
12	Billat et al.	1996a	A) 2min 100%-60% μέχρι εξάντληση B) 50% tlim100%-60% μέχρι εξάντληση	B>A 2,5φορές μεγαλύτερη διάρκεια άσκησης
13	Smith et al.	1999	2π.μ./εβδ. 6επ. από 60- 75%tlim στο 100% vo2max	Δυσκολία στην εκτέλεση άσκησης από 70% και άνω
14	Esfarjani et al.	2007	60% tlim	Καλύτερες προϋποθέσεις για αύξηση vo2max
15	Tabata et al.	1997	A) 6-7επ. 170% vo2max με 10sec διαλ. B) 4-5επ. 30 sec στο 200% vo2max	A>B αύξ. Vo2max
16	Burke et al.	1994	A) 30-30sec B) 2-2min	Παρόμοια επίδραση σε AT και vo2max
17	Helgerud et al.	2006	A) 15-15sec B) 4-3min	Παρόμοια επίδραση σε AT και vo2max και RE
18	Esfarjani et al.	2007	A)1-3min 100%Vvo2max B) 12*30sec στο 130%	A>B αύξηση vo2max
19	Franch et al.	1998	A) 30-40*15-15sec B) 4-6*4min γ) συνεχόμενο	VO ₂ max: α)5,9% β)6,0% γ)3,6% Δρομ. Οικ.: α)3,1% β)3,0% γ) 0,9% vVO ₂ max: α)9% β)10% γ)4%
20	Dupont et al.	2004	10εβδ. 12-15*40μ. Και 2σετ*12-15επ. 15-15sec στο 120% Vvo2max	αύξηση vVo2max8,1%
21	Ferrari et al.	2007	A) 4*4min 90-95% Hrmax B) 3σετ *6 επ. 40 μέτρων	A) 6% αύξ. VO ₂ max B) 3% αύξ. VO ₂ max
22	Impellizeri et al.	2006	A) 4*4min 90-95% Hrmax B) 3σετ *6 επ. 40 μέτρων	A) 7% αύξ. VO ₂ max B) 2% αύξ. VO ₂ max

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 33 νεαροί ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές ομάδος της Θεσσαλονίκης, ηλικίας 16 ± 1 χρόνων και προπονητικής ηλικίας 4 έτη ± 1 έτος. Προϋπόθεση επιλογής αποτέλεσαν: α) η συχνότητα των προπονήσεων τους, η οποία θα έπρεπε να είναι 2 έως 3 προπονητικές μονάδες την εβδομάδα β) η προπονητική τους ηλικία, η οποία έπρεπε να είναι μεγαλύτερη των δύο (2) ετών, γ) η απουσία οποιουδήποτε τραυματισμού και η αποχή από κάθε είδους χορήγησης φαρμακευτικής αγωγής. Από τους συμμετέχοντες ζητήθηκε να διατηρήσουν τη συνήθη δίαιτα τους κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, να μην έχουν καταναλώσει κανενός είδους τροφή τρεις (3) ώρες πριν τις μετρήσεις, να είναι ενδεδυμένοι με αθλητική περιβολή όπως και να απέχουν από έντονη σωματική δραστηριότητα τις τελευταίες 24 ώρες πριν από κάθε μέτρηση. Αφού έγινε πλήρης ενημέρωση για το σκοπό και το περιεχόμενο της έρευνας εξασφαλίστηκε η γραπτή συναίνεση του κηδεμόνα όπως και η ιατρική βεβαίωση για την συμμετοχή τους στις δοκιμασίες. Σε όλους τους ποδοσφαιριστές και στους γονείς τους διανεμήθηκε φυλλάδιο συγκατάθεσης στην έρευνα όπου αναλύονταν οι στόχοι της και τυχόν κίνδυνοι. Επίσης κάθε συμμετέχοντας μπορούσε οποιαδήποτε στιγμή της μελέτης να αποχωρήσει καθώς επίσης διατηρήθηκε απόλυτη εχεμύθεια στα δεδομένα των μετρήσεων.

Σχεδιασμός της Έρευνας

Οι δοκιμασίες αξιολόγησης ολοκληρώθηκαν σε ένα χρονικό διάστημα τεσσάρων ημερών συνολικά, δύο πριν και δύο μετά την προπονητική παρέμβαση. Πριν από κάθε δοκιμασία οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν λεπτομερώς για το περιεχόμενο της διαδικασίας. Εξαιτίας του αριθμού των συμμετεχόντων και της υψηλής επιβάρυνσης που θα προκαλούσαν οι μετρήσεις στους συμμετέχοντες, οι δοκιμασίες εκτελέστηκαν σε δυο ημέρες για να διασφαλιστεί η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Κατά την πρώτη φάση,

αφού αρχικά οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με το περιβάλλον του εργαστηρίου και ενημερώθηκαν σχετικά με τη διαδικασία των δοκιμασιών, έγιναν οι σωματομετρικές μετρήσεις (ύψος, βάρος και ποσοστό λίπους) και στη συνέχεια προσδιορίστηκε η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_{2max}). Η εκτέλεση των δοκιμασιών, πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση, πραγματοποιήθηκε την ίδια ώρα από 15μ.μ. έως 20μ.μ. και κάτω από τις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας 18-20°C. Επίσης πριν από κάθε δοκιμασία πραγματοποιήθηκε βαθμονόμηση των αερίων του σπιρομέτρου, όπως προτείνεται από τους κατασκευαστές, ενώ καταγράφηκαν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Προτού πραγματοποιηθούν τα τεστ οι συμμετέχοντες έπρεπε να είναι ξεκούραστοι την ημέρα της εξέτασης, να έχουν καταναλώσει το τελευταίο τους γεύμα 3 ώρες πριν, και να απέχουν από το κάπνισμα και την κατανάλωση αναψυκτικών ή ποτών με καφεΐνη. Μετά το τέλος των μετρήσεων, τη συγκέντρωση και επεξεργασία των ατομικών δεδομένων και αφού οι συμμετέχοντες ξεκουράστηκαν για δύο ημέρες, χωρίστηκαν σε τρεις ισοδύναμες ομάδες, Α (ομάδα ελέγχου $n=11$), Β (ομάδα παρέμβασης 15s-15s, $n=11$) και Γ (ομάδα παρέμβασης 6s-30s, $n=11$). Ως κριτήρια για το χωρισμό των ποδοσφαιριστών στις ομάδες ελήφθησαν τα δεδομένα των μετρήσεων σχετικά με τη VO_{2max} και τη vVO_{2max} ώστε τα άτομα και των τριών ομάδων να είναι της ίδιας δυναμικότητας ως προς τις παραπάνω παραμέτρους της αερόβιας αντοχής. Όλες οι προπονήσεις της παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν στο γήπεδο όπου προπονείται η ομάδα εφόσον είχε διαμορφωθεί κατάλληλα με κώνους και γραμμές για τον έλεγχο της ταχύτητας τρεξίματος. Μετά το τέλος των 10 εβδομάδων προπονητικής παρέμβασης έγιναν οι επαναληπτικές μετρήσεις κατά τον ίδιο τρόπο με τις αρχικές, για τον προσδιορισμό της μεταβολής των τιμών της VO_{2max} και της vVO_{2max} .

Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Σε κάθε επίσκεψη έγινε μέτρηση του αναστήματος και του σωματικού βάρους. Κατά τη μέτρηση του αναστήματος οι δοκιμαζόμενοι βρισκόταν σε όρθια στάση, χωρίς υποδήματα, με το κεφάλι όρθιο και τους ώμους, γλουτούς και πέλματα να εφάπτονται στην πίσω πλευρά του αναστημόμετρου. Κατά τη μέτρηση του σωματικού βάρους οι δοκιμαζόμενοι ήταν ενδεδυμένοι με όσο το δυνατόν λιγότερα ρούχα και κατένειμαν εξίσου το βάρος τους και στα δυο πόδια. Τα δεδομένα καταγράφηκαν με προσέγγιση 0,1

cm για το ανάστημα και 0,1 kg για το βάρος. Για τον προσδιορισμό της σύστασης του σώματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης με βιοηλεκτρική αντίσταση (Bodystat 1500 MD).

Δοκιμασία προσδιορισμού της VO_{2max}

Για το προσδιορισμό της VO_{2max} χρησιμοποιήθηκε πρωτόκολλο σταδιακά αυξανόμενης επιβάρυνσης σε δαπεδοεργόμετρο τύπου H-p cosmos. Στην αρχή λήφθηκαν οι τιμές καρδιακής συχνότητας και της πρόσληψης οξυγόνου σε κατάσταση πλήρους ηρεμίας για 5 min. Μετά το πέρας των 5 min ξεκίνησε η δοκιμασία για το προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}). Η δοκιμασία περιλάμβανε τρέξιμο με αρχική ταχύτητα 8 km/h η οποία αυξανόταν σταδιακά κατά 1 km/h κάθε 2 min μέχρι την εξάντληση. Η ανάλυση των εκπνεόμενων όγκων αερίων γινόταν σε κάθε αναπνοή (breath by breath) με τη βοήθεια ανοικτού κυκλώματος σπιρομέτρησης τύπου «Quark pft ergo, cosmed, Italy». Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας καταγράφονταν η πρόσληψη οξυγόνου (VO_2), ο όγκος αποβαλλόμενου διοξειδίου του άνθρακα (VCO_2), ο πνευμονικός αερισμός (VE), το αναπνευστικό πηλίκο (RER), με τους μέσους όρους χρονικών διαστημάτων των 15 sec. Παράλληλα γινόταν καταγραφή της καρδιακής συχνότητας (HR) από φορητό καρδιοσυχνόμετρο τύπου «Polar S410, Finland» με τους μέσους όρους χρονικών διαστημάτων των 5 sec. Στο τέλος κάθε σταδίου καταγράφονταν σε ειδικό έντυπο οι τιμές της VO_2 , VCO_2 , VE, RER, HR καθώς και η υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης (RPE) χρησιμοποιώντας την κλίμακα του Borg. Κατά τη διάρκεια της άσκησης οι συμμετέχοντες δεχόταν παρότρυνση από τους εξεταστές για την παράταση της άσκησης. Κριτήρια επίτευξης της VO_{2max} θεωρήθηκαν: α) η αδυναμία συνέχισης της προσπάθειας λόγω εξάντλησης, β) Η τιμή του αναπνευστικού πηλίκου (RER) να φθάσει στο 1,10 γ) Η καρδιακή συχνότητα να φθάσει τουλάχιστον 10 b/min χαμηλότερα από την μέγιστη προβλεπόμενη για την ηλικία (220– ηλικία). Με τα καταγεγραμμένα δεδομένα προσδιορίστηκε η VO_{2max} , η ταχύτητα στη VO_{2max} (vVO_{2max}) και η μέγιστη καρδιακή συχνότητα (HR_{max}). Ως VO_{2max} θεωρήθηκε ο μέσος όρος των δύο υψηλότερων συνεχόμενων καταγεγραμμένων τιμών της VO_2 (στα διαστήματα των 15sec). Ως vVO_{2max} θεωρήθηκε η μικρότερη ταχύτητα στην οποία εμφανίσθηκε και διατηρήθηκε η VO_{2max} και η οποία διατηρήθηκε κατά τη δοκιμασία για χρόνο ίσο ή μεγαλύτερο από 1

min. Ως HRmax θεωρήθηκε η μεγαλύτερη καταγεγραμμένη καρδιακή συχνότητα της δοκιμασίας.

Τα πρόγραμμα παρέμβασης

Το πρόγραμμα παρέμβασης είχε διάρκεια 10 εβδομάδες κατά το οποίο και οι 3 ομάδες εκτελούσαν την τυπική ποδοσφαιρική προπόνηση με ασκήσεις τεχνικής και τακτικής και διάφορα παιχνίδια (Δευτέρα -Τετάρτη –Πέμπτη) καθώς επίσης συμμετείχαν στους επίσημους αγώνες κάθε εβδομάδας (Σάββατο). Επίσης οι ομάδες παρέμβασης (B) και (Γ) πραγματοποιούσαν επιπλέον 2 ασκήσεις υψηλής έντασης διαλειμματικής μορφής (Δευτέρα και Πέμπτη) ως τελευταίο περιεχόμενο της προπόνησης και αφού είχε προηγηθεί η τεχνικοτακτική εξάσκηση των ποδοσφαιριστών. Υπήρχε επίσης μία ενδιάμεση τυπική ποδοσφαιρική προπόνηση την (Τετάρτη) και για τις 3 ομάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι παίκτες οι οποίοι δεν έπαιρναν μέρος στο επίσημο παιχνίδι του Σαββάτου συμμετείχαν σε “οικογενειακό διπλό” μετά την λήξη του παιχνιδιού, ανάλογης χρονικής διάρκειας. Έτσι ώστε να διασφαλισθεί η ομοιογένεια των προπονητικών ερεθισμάτων που δεχόταν κάθε παίκτης και να διαφέρει μόνο στην συμμετοχή ή όχι στην προπόνηση παρέμβασης. Η διάρκεια της κάθε προπόνησης ήταν από 1 ώρα και 15 λεπτά έως 1 ώρα και 30 λεπτά. Τις πρώτες δύο εβδομάδες και στις δυο ομάδες παρέμβασης η συνολική ποσότητα της διαλειμματικής προπόνησης που εκτελούνταν σε κάθε προπονητική μονάδα ήταν μειωμένη κατά το $\frac{1}{4}$ για να πραγματοποιηθούν πιο ομαλά οι αερόβιες προσαρμογές και να αποφευχθούν πιθανοί τραυματισμοί.

Πιο συγκεκριμένα το πρόγραμμα της B ομάδας περιελάμβανε δύο διαλειμματικές ασκήσεις μικρού χρόνου με τρέξιμο 15 δευτερολέπτων στο 120% της ταχύτητας στην Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου (vVO_2max) με 15 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης (1:1). Οι παίκτες έπρεπε να τρέξουν μεταξύ 2 κώνων σε 15 δευτερόλεπτα σύμφωνα με την δική τους (vVO_2max). Έπειτα στέκονταν δίπλα από τον κώνο που έφτασαν για 15 δευτερόλεπτα. Μόλις τελείωναν τα 15 δευτερόλεπτα ξεκούρασης, έτρεχαν για 15 δευτερόλεπτα προς την αντίθετη κατεύθυνση και ούτω καθεξής. Η ταχύτητα τρεξίματος κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με την (vVO_2max) του κάθε συμμετέχοντα. Η συνολική ποσότητα της επιβάρυνσης αποτελούταν από 3 σετ των 6-8 επαναλήψεων σε χρόνο 15 δευτερολέπτων στο 120% της (vVO_2max) με 15 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης και 3 λεπτά παθητικής ξεκούρασης ανάμεσα στα σετ. Στις πρώτες 3 εβδομάδες ο αριθμός των

επαναλήψεων θα είναι 6 ανά σετ και από εκεί και έπειτα θα αυξάνεται μέχρι τα 8 ανά σετ. Η επιλογή της συγκεκριμένης ταχύτητας δικαιολογείται από το ότι αυτή η άσκηση επιτρέπει στους παίκτες να φτάσουν σε πολύ υψηλά επίπεδα ως προς τη Μέγιστη πρόσληψη Οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{max}}$). Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επιλέχθηκε λόγω της μεγαλύτερης δραστηριοποίησης όσον αφορά τη VO_2 , κατά την εφαρμογή του, από ότι αντίστοιχα πρωτόκολλα 15 δευτερολέπτων στο 110%, 130% και 140% της $\text{vVO}_{2\text{max}}$ ή το συνεχόμενο τρέξιμο στο 100% της $\text{vVO}_{2\text{max}}$ (Dupont et al, 2002).

$\text{vVO}_{2\text{max}}$ 15km/h 15s τρέξιμο στο 120% της $\text{vVO}_{2\text{max}}$	75m
$\text{vVO}_{2\text{max}}$ 16km/h 15s τρέξιμο στο 120% της $\text{vVO}_{2\text{max}}$	80m
$\text{vVO}_{2\text{max}}$ 17km/h 15s τρέξιμο στο 120% της $\text{vVO}_{2\text{max}}$	85m

Το πρόγραμμα της Γ ομάδας περιελάμβανε δύο διαλειμματικές ασκήσεις ακραίου μικρού χρόνου, με τρέξιμο 6 δευτερολέπτων στο 145% της ταχύτητας στην Μέγιστη Πρόσληψη Οξυγόνου ($\text{vVO}_{2\text{max}}$) και 30 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης (1:5). Οι παίκτες έπρεπε να τρέξουν μεταξύ 2 κώνων σε 6 δευτερόλεπτα σύμφωνα με την δική τους ($\text{vVO}_{2\text{max}}$). Έπειτα στέκονταν δίπλα από τον κώνο που έφτασαν για 30 δευτερόλεπτα. Μόλις τελειώσουν τα 30 δευτερόλεπτα ξεκούρασης, έτρεχαν για 6 δευτερόλεπτα προς την αντίθετη κατεύθυνση και ούτω καθεξής. Η ταχύτητα τρεξίματος κατηγοριοποιήθηκε σύμφωνα με την ($\text{vVO}_{2\text{max}}$) του κάθε συμμετέχοντα. Η συνολική ποσότητα της επιβάρυνσης αποτελούνταν από 3 σετ των 6-8 επαναλήψεων σε χρόνο 6 δευτερολέπτων στο 145% της ($\text{vVO}_{2\text{max}}$) με 30 δευτερόλεπτα παθητικής ξεκούρασης και 3 λεπτά παθητικής ξεκούρασης ανάμεσα στα σετ. Στις πρώτες 3 εβδομάδες ο αριθμός των σπριντ ήταν 6 ανά σετ και από εκεί και έπειτα αυξάνονταν μέχρι τα 8 ανά σετ. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επιλέχθηκε διότι, κατά την εφαρμογή του, επιτρέπει στους παίκτες να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα ως προς τη Μέγιστη πρόσληψη Οξυγόνου ($\text{VO}_{2\text{max}}$). Σύμφωνα με τον Balsom (1994) παρόλο που πρόκειται για αυστηρά αναερόβια άσκηση, εντούτοις αυξάνεται η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού λόγω των πολλών επαναλήψεων και της υψηλής ταχύτητας κίνησης.

$vVO_2\text{max}$ 15km/h

6s τρέξιμο στο 145% της $vVO_2\text{max}$

36,2 m

$vVO_2\text{max}$ 16km/h

6s τρέξιμο στο 145% της $vVO_2\text{max}$

38,6 m

$vVO_2\text{max}$ 17km/h

6s τρέξιμο στο 145% της $vVO_2\text{max}$

41,6 m

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά των δύο πρωτοκόλλων προπονητικής παρέμβασης

Μεταβλητές	Ομάδα β (6 -8 *15sec)*3 120% vVO ₂ max 15sec παθ.διάλ. 3 min παθ. Διαλ./σετ	Ομάδα γ (6-8*6sec)*3 145% vVO ₂ max 30sec παθ.διάλ. 3 min παθ. Διαλ./σετ
Αριθμός ποδοσφαιρικών προπονητικών μονάδων/ εβδομάδα.	3+1	3+1
Αριθμός διαλειμματικών προπονητικών μονάδων/ εβδομάδα.	2	2
Διάρκεια ερεθίσματος διαλειμματικής προπόνησης.	15sec	6sec
Διάρκεια διαλειμμάτων διαλειμματικής προπόνησης.	15sec	30sec
Ένταση ερεθίσματος διαλειμματικής προπόνησης.	120% vVO ₂ max	145% vVO ₂ max
Είδος διαλείμματος	παθητικό	παθητικό
Προσπάθειες/ προπ. με διαλ. άσκηση	18-24	18-24
Διάλλειμα /σετ	3 min	3 min
Διάρκεια προπ. παρέμβασης	10 εβδ.	10 εβδ.
Συνολική διάρκεια των ερεθισμάτων επιβάρυνσης	4:30 – 6 min	2 - 2:30 min
Συνολική διάρκεια των διαλειμμάτων	10:30-12 min	15-18 min
Συνολικός χρόνος προπόνησης	17 ± 1min	18 ± 1min

Περιγραφή οργάνων μέτρησης

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο Κέντρο Κινητικής και Αθλητικής Αξιολόγησης “Metrisis”. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων ήταν 22– 23°C και η σχετική υγρασία στο χώρο του εργαστηρίου 35–40%. Η μέτρηση του αναστήματος των συμμετεχόντων έγινε με σταθερό αναστημόμετρο τύπου SECA (Seca 220e, Germany) ενώ το σωματικό βάρος μετρήθηκε με αναλογική ζυγαριά ακριβείας (Seca 220e, Germany). Για τον προσδιορισμό της σύστασης του σώματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μέτρησης με βιοηλεκτρική αντίσταση (Bodystat 1500 MD). Για τη δοκιμασία προσδιορισμού της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) και για την εφαρμογή των δοκιμασιών χρησιμοποιήθηκε δαπεδοεργόμετρο τύπου H-p cosmos (Italy). Για τις μετρήσεις των αναπνευστικών αερίων χρησιμοποιήθηκε σπιρόμετρο ανοικτού τύπου Quark pft ergo, cosmed (Italy), ενώ η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας έγινε με τηλεμετρικό καρδιοσυχνόμετρο τύπου Polar (S410, Finland).

Στατιστική Ανάλυση

Εξαρτημένες μεταβλητές

- α) Η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max})
- β) Η ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_{2max})
- γ) Το αναπνευστικό αναερόβιο κατώφλι (VO_{2AT})
- δ) Η ταχύτητα στο αναπνευστικό αναερόβιο κατώφλι (vAT)
- ε) Η δρομική οικονομία (RE)

Ανεξάρτητες μεταβλητές

- α) ομάδα α = ομάδα ελέγχου
- β) ομάδα β = ομάδα (15s-15s)
- γ) ομάδα γ= ομάδα (6s-30s)
- δ) χρόνος= οι δύο διαφορετικές μετρήσεις (πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης)

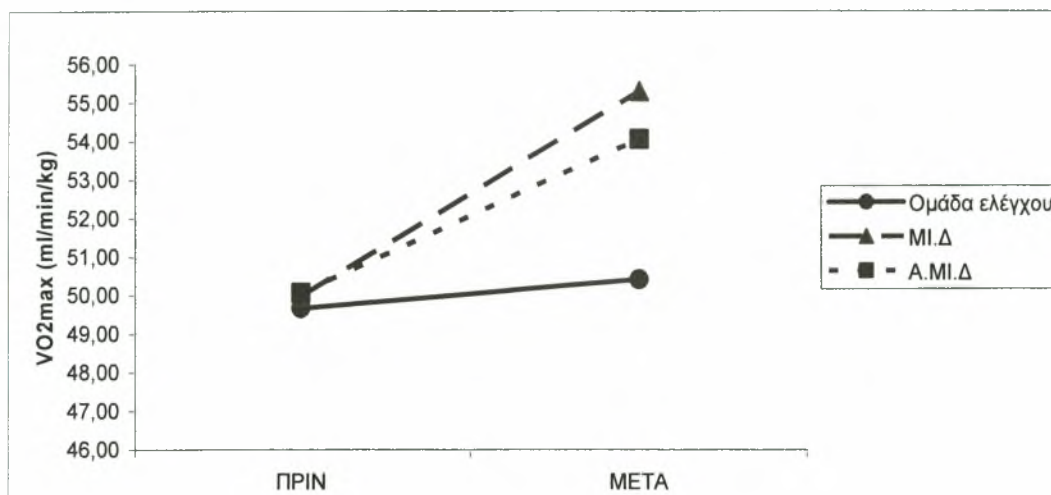
Για όλους τους εξεταζόμενους της μελέτης και για όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και η τυπική απόκλιση. Επίσης έγινε έλεγχος προσαρμογής σε κανονική κατανομή με το κριτήριο των Kolmogorov- Smirnov αλλά και έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων (Levene's Test for Equality of Variances). Για την στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (προπονητική παρέμβαση X χρόνο) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο παράγοντα «χρόνο» (two-way- ANOVA). Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 13 για την ανάλυση δεδομένων και ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < .05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

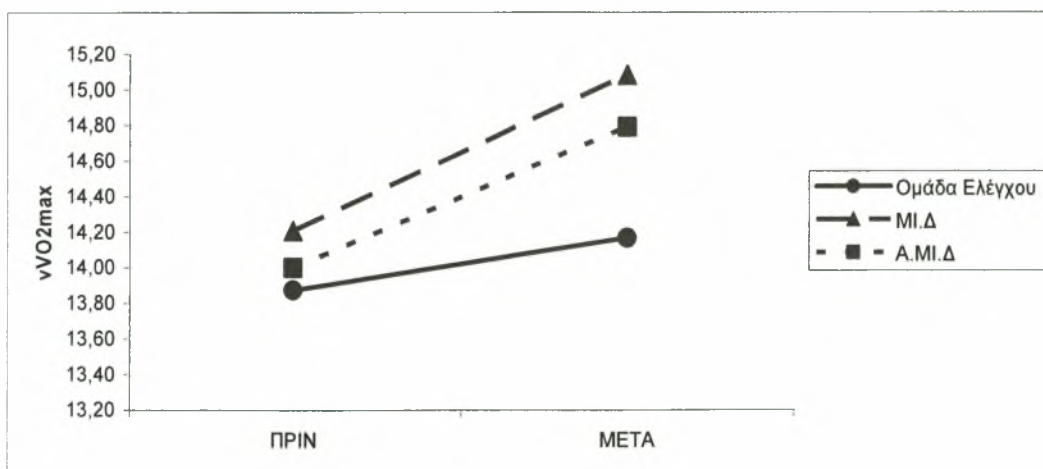
Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται σε τρία υποκεφάλαια. Στο πρώτο υποκεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων στη δοκιμασία προσδιορισμού της VO_{2max} και της vVO_{2max} πριν και μετά το τέλος της προπονητικής παρέμβασης. Στο δεύτερο υποκεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του αναερόβιου κατωφλιού (ταχύτητα και ποσοστό της VO_{2max}). Και τέλος στο τρίτο υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της RE στο 70% VO_{2max} .

Αποτελέσματα της VO_{2max} και της vVO_{2max}

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για τις τιμές της VO_{2max} και της vVO_{2max} εμφανίζονται στον πίνακα 2 και στα σχήματα 1-2. Η στατιστική ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων έδειξε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα «χρόνος» ($p<0,05$) και για τις δύο παραμέτρους (VO_{2max} , vVO_{2max}) ενώ δεν βρέθηκε (για τις ίδιες παραμέτρους στατιστικά σημαντική η κύρια επίδραση του παράγοντα «παρέμβαση» ($p>0,05$). Στατιστικά σημαντική ήταν επίσης η αλληλεπίδραση των παραγόντων «παρέμβασης» χ «χρόνο» ($p<0,05$) για την παράμετρο VO_{2max} ενώ αντίθετα για τη vo_{2max} δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των ίδιων παραγόντων. Αναλυτικότερα για κάθε ομάδα παρέμβασης (B=15-15sec, Γ=6-30sec) παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση τόσο στη VO_{2max} (9,63% και 7,4% αντίστοιχα) όσο και στη vVO_{2max} (5,8% και 5,35% αντίστοιχα) ($p<0,05$) ενώ (1,49% και 2,55 αντίστοιχα) στην (Α= ομάδα ελέγχου) .



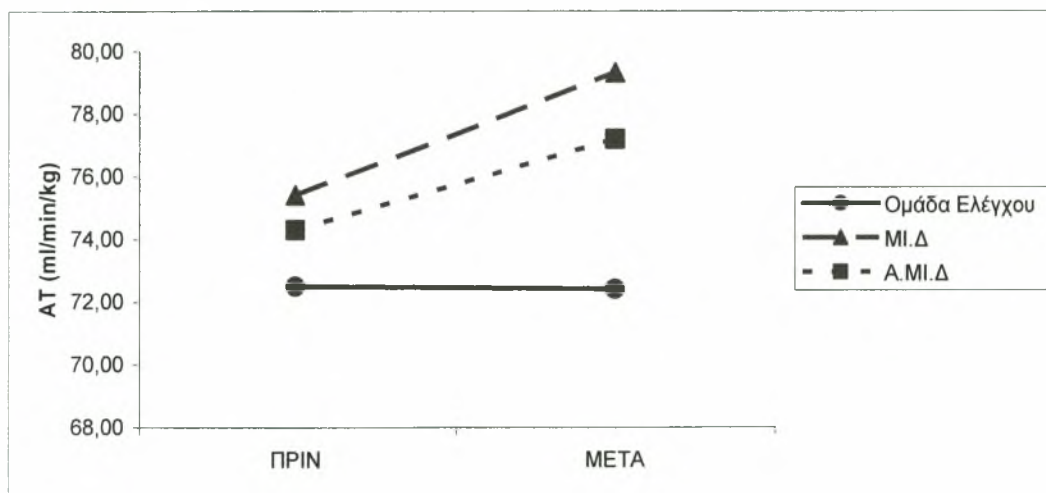
Σχήμα 1: Μεταβολές στη VO_{2max} μετά από την εφαρμογή ΜΙΔ και ΜΑΙΔ $p < 0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου), Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).



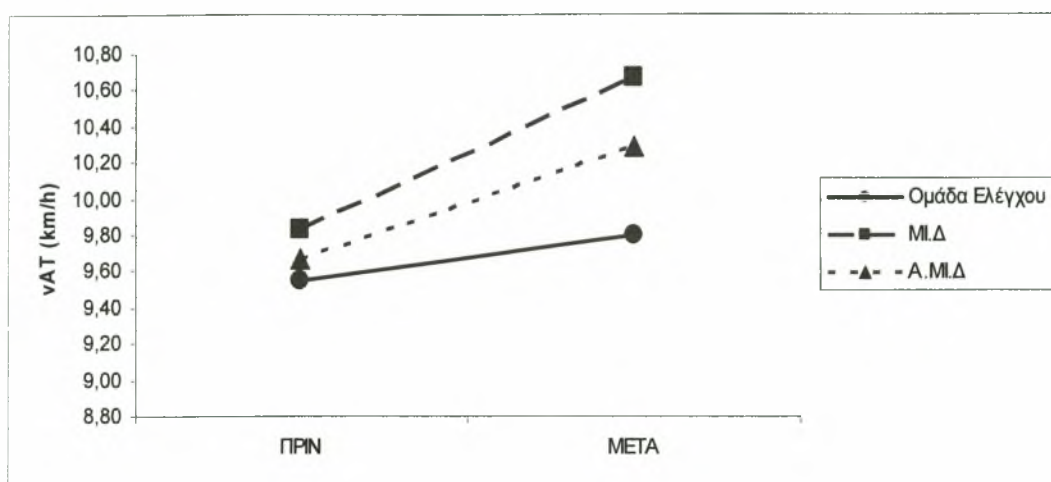
Σχήμα 2: Μεταβολές στη vVO_{2max} μετά από προπόνηση ΜΙΔ και ΜΑΙΔ $p < 0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου), Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).
Αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο μεθόδων.

Αποτελέσματα αναπνευστικού αναερόβιου κατωφλιού (AT) (ταχύτητα και ποσοστό της VO_{2max})

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις για τις τιμές του AT (ποσοστιαία (%) σχέση με τη VO_{2max} καθώς η ,AT) παρουσιάζονται στο πίνακα 2 καθώς και στα σχήματα 3-4. Η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων για το AT ως ποσοστό της VO_{2max} αλλά και η vAT έδειξαν κύρια επίδραση του παράγοντα «χρόνο» ($p<0,05$) ενώ η κύρια επίδραση του παράγοντα «προπονητική παρέμβαση» και η αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων «παρέμβαση» χ «χρόνο» δεν ήταν στατιστικά σημαντικές ($p>0,05$). Πιο συγκεκριμένα η ομάδα παρέμβασης (15sec:15sec) παρουσίασε αύξηση 4,93% στο ποσοστό του AT σε σχέση με τη VO_{2max} και 7,81% αύξηση της vAT ενώ η ομάδα (6sec:30sec) 3,75% και 6,07% αντίστοιχα για κάθε μία από τις παραπάνω παραμέτρους, εντούτοις η ομάδα ελέγχου παρουσίασε αύξηση 0,13% και 2,5% αντίστοιχα.



Σχήμα 3: Μεταβολές στο AT σε σχέση VO_{2max} μετά την εφαρμογή ΜΙΔ και ΜΑΙΔ προπόνησης. $p<0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α (ελέγχου) Β (ΜΙΔ) και Γ (ΜΑΙΔ).

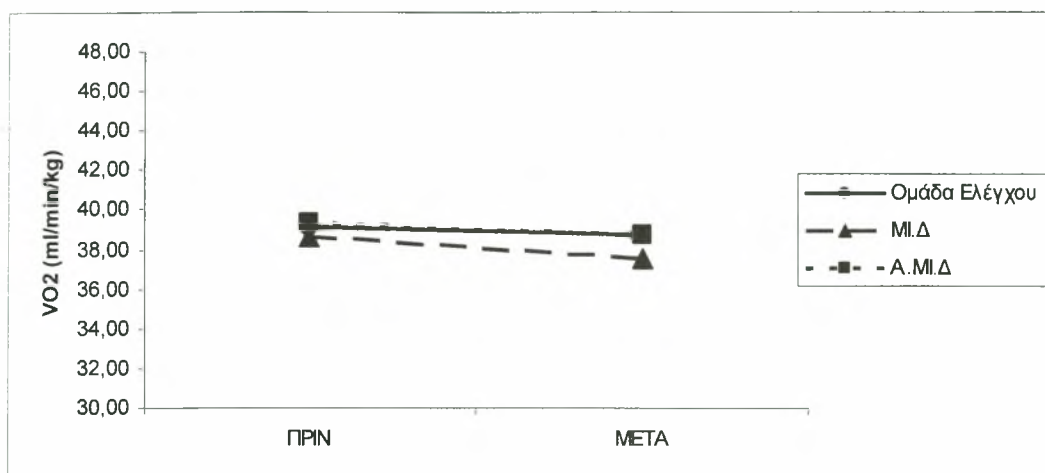


Σχήμα 4: Παρουσιάζονται οι τιμές της vAT στις δύο ομάδες άσκησης πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση, $p < 0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α, Β και Γ.

Αποτελέσματα δρομικής οικονομίας (RE) στο 70% V_{no2max}

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της RE όπως αυτή εκφράζεται σαν κατανάλωση οξυγόνου (ml/kg/min) στο 70% vVO_{2max} παρουσιάζονται στον πίνακα 2 και στο σχήμα 5. Από τα αποτελέσματα της διακύμανσης δύο παραγόντων φαίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική επίδραση του παράγοντα «χρόνος» και του παράγοντα «προπονητική παρέμβαση» ($p > 0,05$) σε καμία από τις δύο ομάδες άσκησης. Στατιστικά μη σημαντική βρέθηκε ότι ήταν και η αλληλεπίδραση «χρόνος» χ «προπονητική παρέμβαση» σε κάθε μία από τις ομάδες ($p > 0,05$).

Παρά το γεγονός ότι παρατηρήθηκε μικρή μείωση της κατανάλωσης του οξυγόνου (βελτίωση της RE) μετά την προπονητική παρέμβαση και στις δύο ομάδες παρέμβασης (15sec:15sec) κατά 2,79% και (6sec:30sec) κατά 1,72% δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p > 0,05$). Επίσης στην ομάδα ελέγχου η κατανάλωση του οξυγόνου παρέμεινε σχεδόν η ίδια.



Σχήμα 5: Παρουσιάζονται οι τιμές της RE στο 70% της $\dot{V}O_{2max}$ πριν και μετά την προπονητική παρέμβαση $p > 0,05$ «πριν» έναντι «μετά» στις ομάδες Α, Β και Γ.

Πίνακας 2. Συνολικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων στη δοκιμασία της VO_{2max} και στη δοκιμασία της RE πριν και μετά την προπόνηση.

Μεταβλητές	Χρόνος	Ομάδα Ελέγχου (Α)		Μικρού χρόνου (15sec) (Β)		Ακραία μικρού χρόνου (6 sec) (Γ)	
		χ	SD	χ	SD	χ	SD
VO_{2max} (ml/min/kg)	ΠΡΙΝ	49,67	1,027	49,98	5,283	50,07	3,590
	ΜΕΤΑ	50,42	0,862	55,31	5,057	54,06	2,981
vVO_{2max} (km/h)	ΠΡΙΝ	13,88	0,217	14,21	1,030	14,00	1,291
	ΜΕΤΑ	14,17	0,236	15,08	1,115	14,79	1,436
VO_{2AT} (ml/min/kg)	ΠΡΙΝ	72,50	1,897	75,40	6,547	74,30	7,060
	ΜΕΤΑ	72,41	1,810	79,31	5,707	77,20	6,052
vAT (km/h)	ΠΡΙΝ	9,55	0,112	9,83	1,143	9,67	1,027
	ΜΕΤΑ	9,80	0,112	10,67	1,106	10,29	1,023
RE (ml/min/kg)	ΠΡΙΝ	39,15	2,740	38,66	1,924	39,37	2,671
	ΜΕΤΑ	38,80	3,210	37,61	1,702	38,71	1,281

* $p < ,05$ πριν-μετά

$p < ,05$ αλληλεπίδραση (χρόνος χ προπονητική παρέμβαση)

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να εισαγάγει περισσότερες πληροφορίες στον περιορισμένο ερευνητικό και προπονητικό τομέα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της αερόβιας διαλειμματικής προπόνησης σε μέτρια γυμνασμένους ποδοσφαιριστές. Τα σημαντικότερα ευρήματα της έρευνας αποκαλύπτουν πως και τα δύο πρωτόκολλα διαλειμματικής προπόνησης μικρού χρόνου (MID=15sec) και ακραία μικρού χρόνου (AMIK= 6sec) προκάλεσαν σημαντική βελτίωση της VO_{2max} της vVO_{2max} και του AT (%AT, vAT) στις ομάδες παρέμβασης. Αντίθετα δεν οδήγησαν σε στατιστικά σημαντικές μεταβολές της RE (και στις δύο ομάδες). Επιπρόσθετα δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τη βελτίωση της VO_{2max} της vVO_{2max} και του AT (%AT, vAT) μεταξύ των ομάδων παρέμβασης. Κατόπιν τούτου φαίνεται ότι η ερευνητική υπόθεση επαληθεύεται ως προς τη βελτίωση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) και της ταχύτητας στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (vVO_{2max}) στους ποδοσφαιριστές των ομάδων παρέμβασης (B και Γ) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, μετά την εφαρμογή των παρεμβατικών πρωτοκόλλων.

Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και ταχύτητα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου

Ειδικότερα σε ό,τι αφορά τη βελτίωση της VO_{2max} στις ομάδες παρέμβασης B και Γ (9,63% και 7,4%) αντίστοιχα η οποία παρατηρήθηκε μετά την προπονητική παρέμβαση είναι ένα αποτέλεσμα που συμφωνεί με τις απόψεις των Brooks και συν. (1996) οι οποίοι πιστεύουν ότι η διαλειμματική προπόνηση σε εντάσεις που αντιστοιχούν στη vVO_{2max} Κι υψηλότερες, ίσως μεγιστοποιούν τη βελτίωση της VO_{2max} ως αποτέλεσμα μιας σημαντικής αύξησης της πυκνότητας των μιτοχονδρίων.

Ερευνητές όπως η Billat (2001a) θεωρούν καθοριστικούς παράγοντες για την πρόκληση υψηλών καρδιοαναπνευστικών προσαρμογών το χρόνο διατήρησης ή τη διανυθείσα απόσταση κατά την διάρκεια της προπόνησης σε όσο το δυνατό υψηλότερα

ποσοστά της $\dot{V}O_{2max}$ (90%-100% της $\dot{V}O_{2max}$). Επιπρόσθετα, παλαιότερες έρευνες όπως των Davies και Knibbs (1971) συμφωνούν με τις παραπάνω διαπιστώσεις τονίζοντας ότι για να προκληθεί σημαντική βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ σε έναν αθλητή θα πρέπει να προπονείται κοντά ή πάνω από τη $\dot{V}O_{2max}$ για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι Dupont και συν. (2004) αναφέρουν ότι μικρού χρόνου διαλειμματική προπόνηση (διάρκεια ερεθίσματος 15sec με ένταση 120% της $\dot{v}O_{2max}$ και παθητικό διάλειμμα ανάγκαζε τους ασκούμενους να μένουν στο επίπεδο της $\dot{V}O_{2max}$ ακόμη και κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων από την 5^η κιόλας επανάληψη έως και την 19^η. Κατά αυτόν τον τρόπο οι ασκούμενοι διατηρούσαν μία επιβάρυνση κοντά στη $\dot{V}O_{2max}$ για 4:30 min (δηλαδή το 83% του χρόνου που έτρεχαν με το 120% της $\dot{v}O_{2max}$) ενώ η μέση συγκέντρωση γαλακτικού οξέως στο αίμα ήταν ίση με $7,4 \pm 1,8 \text{ mmol/lit}$. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η άνοδος της $\dot{V}O_{2max}$ (9,63%) στην ομάδα Β είναι δικαιολογημένη αφού η πραγματοποίηση ενός σχεδόν παρόμοιου προγράμματος με αυτό που εφάρμοσαν οι Dupont και συν. (2004) (στην έρευνα μας ήταν όλα παρόμοια εκτός του μέσου όρου των επαναλήψεων που ήταν $3 \times 6 \times 15 \text{ sec}$).

Όσον αφορά στη βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ που παρατηρήθηκε στην ομάδα Γ αυτή συμφωνεί με τις διαπιστώσεις των Ferrari και συν. (2007) οι οποίοι χρησιμοποίησαν παρόμοιο προπονητικό πρόγραμμα (στη συγκεκριμένη έρευνα η ένταση των ερεθισμάτων προσδιορίστηκε στο 145% της $\dot{v}O_{2max}$ η αναλογία επιβάρυνσης και διαλείμματος ήταν 1:4 με παθητικό διάλειμμα, και η συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα). Επίσης τα ευρήματα της έρευνάς μας συμφωνούν και με τα αποτελέσματα της έρευνας των Dupont και συν. (2004) οι οποίοι χρησιμοποίησαν παρόμοια διαλειμματικά πρωτόκολλα με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Και στις δύο παραπάνω έρευνες η προπονητική παρέμβαση είχε διάρκεια 7 έως 10 εβδομάδες όπως και στη έρευνά μας.

Το γεγονός επίσης ότι στην ομάδα Β της παρούσας έρευνας η άνοδος της $\dot{V}O_{2max}$ ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη από ότι αυτή που παρατηρήθηκε στις έρευνες των Billat και συν. (1999a) και των Smith και συν. (1999) οι οποίοι χρησιμοποίησαν παρόμοια διαλειμματικά πρωτόκολλα, μπορεί ίσως να δικαιολογηθεί από το γεγονός ότι στις παραπάνω έρευνες είχαν χρησιμοποιηθεί πολύ καλά προπονημένοι αθλητές ($\dot{V}O_{2max} = 71 \pm 4,8 \text{ ml/kg/min}$ και $61 \pm 6,1 \text{ ml/kg/min}$ για κάθε έρευνα αντίστοιχα) ενώ στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν μέτρια γυμνασμένοι ασκούμενοι ($\dot{V}O_{2max} = 49,91 \text{ ml/kg/min}$) με μεγαλύτερα περιθώρια βελτίωσης. Πράγματι το αρχικό επίπεδο των τιμών της $\dot{V}O_{2max}$ επηρεάζει σημαντικά το εύρος βελτίωσης της έπειτα από προπονητικές

επιβαρύνσεις με στόχο τη βελτίωση της αερόβιας αντοχής. Σύμφωνα με τους Saltin, Hartley, Kilbom και Astrand (1969), η σχέση που έχει το επίπεδο της VO_2max πριν την προπόνηση με το εύρος βελτίωσης της μετά από αυτή είναι αντιστρόφως ανάλογη. Στις περισσότερες μελέτες που παρατηρήθηκαν μεγάλες αυξήσεις στη VO_2max οι αρχικές μέσες τιμές της κυμαίνονται από 45 έως 55 ml/kg/min όπως και στην περίπτωση των ασκουμένων της έρευνάς μας.

Επιπρόσθετα η μεγαλύτερη άνοδος της VO_2max που παρατηρήθηκε στην ομάδα Β (9,63%) σε σχέση με αυτή της ομάδας Γ (7,40%) παρά το γεγονός ότι η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική ίσως να δικαιολογείτε από την σύγκριση των ερευνών των Dupont και συν. (2004) και Ferrari και συν. (2007) οι οποίοι αφού συνέκριναν παρόμοια πρωτόκολλα με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα έρευνα (α) 12-15 επαναλήψεις των 15sec, με ένταση στο 120% της vVO_2max και παθητικό διάλειμμα και β) 3 σετ των 6 επαναλήψεων με μέγιστη ταχύτητα και παθητικό διάλειμμα 20sec και 4min διάλειμμα μεταξύ των σετ φάνηκε ότι το α πρόγραμμα μπορεί να επιβαρύνει για σημαντικά μεγαλύτερο διάστημα μεταξύ 90%-95% της VO_2max από ότι το β. Τέλος η μεγάλη βελτίωση που σημειώθηκε στις δύο ομάδες Β και Γ (9,63% και 7,4% αντίστοιχα) στο σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα των 10 εβδομάδων εφαρμογής της προπονητικής παρέμβασης φαίνεται να δικαιολογείτε από την έρευνα των Hickson, Hagberg και Ehsani, (1981) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι έπειτα από προπόνηση αντοχής η VO_2max αυξήθηκε περίπου 23% μέσα σε 9 εβδομάδες, αλλά το μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης (14%) επιτεύχθηκε μόλις 3 εβδομάδες μετά την έναρξη της προπονητικής παρέμβασης. Με τους παραπάνω ερευνητές συμφωνούν και οι Daniels και συν. (1978) οι οποίοι υποστηρίζουν ότι σε μέτρια γυμνασμένους αθλητές η VO_2max σταθεροποιείτε μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης και δεν αυξάνεται σημαντικά έως την 8^η εβδομάδα. Έρευνες οι οποίες μελέτησαν προπονητικά προγράμματα αντοχής που εφαρμόζονταν για μεγάλο χρονικό διάστημα διαπίστωσαν ότι η VO_2max σταδιακά σταθεροποιείται με αποτέλεσμα από ένα σημείο και μετά οι βελτιώσεις στην επίδοση να οφείλονται στις συνεχόμενες θετικές μεταβολές υπομέγιστων παραγόντων όπως η RE και το αναερόβιο γαλακτικό κατώφλι (Martin, Dalsky, Hurley, Matthews, Bier, & Hagberg, 1986)

Αναφορικά με τη vVO_2max και αυτή παρουσίασε στατιστικά σημαντική βελτίωση ($p<0,05$) τόσο στην ομάδα Β (5,8%) όσο και στην ομάδα Γ (5,35%). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με αυτά ου παρατηρήθηκαν στις έρευνες των Billat και συν. (1999a) και Smith και συν. (1999) οι οποίοι χρησιμοποίησαν διαλειμματική

προπόνηση μικρού χρόνου. Οι παραπάνω ερευνητές εφαρμόζοντας 1-2 διαλειμματικές προπονήσεις (ίδια σχεδόν χαρακτηριστικά επιβάρυνσης με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν στη διαλειμματική προπόνηση που ακολούθησε η ομάδα Β της παρούσας έρευνας) την εβδομάδα για ένα διάστημα 4 εβδομάδων παρατήρησαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της $\dot{V}O_{2\max}$ των συμμετεχόντων στην έρευνά τους (3% και 3,8% αντίστοιχα). Σημαντική βελτίωση της $\dot{V}O_{2\max}$ (4%) παρατηρήθηκε και σε έρευνες όπου χρησιμοποιήθηκε διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου (15sec*30-40επ., διάλειμμα 15sec με ένταση 92%M.H.R.) μέσα σε ένα χρονικό διάστημα 6 εβδομάδων (συχνότητα διαλειμματικής προπόνησης 1-3 φορές ανά εβδομάδα) (France et al. 1998). Γενικότερα, οι Billat και συν. (1999a), Smith και συν. (1999) και οι France και συν. (1998) πιστεύουν ότι κατά τη διάρκεια διαλειμματικών προπονήσεων μικρού χρόνου η χρησιμοποίηση εντάσεων ίσων ή μεγαλύτερων από τη $\dot{V}O_{2\max}$ αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την περαιτέρω βελτίωση της $\dot{V}O_{2\max}$ και μάλιστα σε μικρό χρονικό διάστημα 4-6 εβδομάδες, παράμετρο καθοριστική για τη μεγιστοποίηση της επίδοσης (Daniels et al., 1984; Lacour et al., 1991; Lacour et al., 1990).

Άλλοι ερευνητές όπως οι Tabata και συν. (1997) έδειξαν ότι η διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης είναι ένα πολύ αποτελεσματικό μέσο για την αύξηση της $\dot{V}O_{2\max}$. Οι παραπάνω ερευνητές θεωρούν ότι η υψηλή πρόσληψη οξυγόνου που λαμβάνει χώρα σε κάποιες μορφές διαλειμματικής προπόνησης (όπως και σε αυτές που χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα έρευνα) μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική επιβάρυνση του αερόβιου συστήματος και έχει σαν αποτέλεσμα τη μεγάλη αύξηση της $\dot{V}O_{2\max}$. Οι ίδιοι ερευνητές καταλήγουν με τη διαπίστωση ότι εξαιτίας της στενής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της $\dot{V}O_{2\max}$ και $\dot{V}O_{2\max}$ είναι πιθανόν τέτοιες διαλειμματικές προπονήσεις που οδηγούν σε υψηλή πρόσληψη οξυγόνου να προκαλούν βελτιώσεις που είναι γραμμικές και για τις δύο παραμέτρους ($\dot{V}O_{2\max}$ και $\dot{V}O_{2\max}$). Οι απόψεις των Tabata και συν. (1997) φαίνεται να συμφωνούν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας όπου η άνοδος που παρατηρήθηκε στις δύο παραμέτρους ($\dot{V}O_{2\max}$ και $\dot{V}O_{2\max}$) σε κάθε μία από τις ομάδες Β και Γ είχε μία τάση γραμμική. Πράγματι, η ομάδα Β που εμφάνισε τη μεγαλύτερη άνοδο της $\dot{V}O_{2\max}$ (9,63%) αυτή παρουσίασε και τη μεγαλύτερη άνοδο της $\dot{V}O_{2\max}$ (5,85%) σε σχέση με την ομάδα Γ, όπου η $\dot{V}O_{2\max}$ σημείωσε μικρότερη άνοδο (7,4%) και παράλληλα μικρότερη αύξηση και της $\dot{V}O_{2\max}$ (5,35%). Και ενώ από την αλληλεπίδραση (σχήμα 2) φάνηκε ότι η ομάδα Β αύξησε τη $\dot{V}O_{2\max}$ σε μεγαλύτερο βαθμό από την Γ το γεγονός ότι δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές

διαφορές στην δεύτερη μέτρηση μεταξύ των ομάδων πιθανόν να οφείλεται στο μικρό αριθμό συμμετεχόντων. Η παραπάνω διαπίστωση μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου με ένταση στο 120% $\dot{V}O_{2max}$ ίσως είναι αποτελεσματικότερη ως προς τη βελτίωση της $\dot{V}O_{2max}$ σε σχέση με τη διαλειμματική ακραία μικρού χρόνου με ένταση στο 145% $\dot{V}O_{2max}$, διαπίστωση με την οποία συμφωνούν και οι France και συν. (1998).

Αναερόβιο κατώφλι

Όσον αφορά στο ύψος του AT (ως ποσοστό της VO_{2max}) από τον πίνακα 2 βλέπουμε ότι η μέση τιμή των αρχικών τιμών του στις ομάδες Β και Γ της παρούσας έρευνας ανέρχονται σε $72,5 \pm 1,9\%$, $75,4 \pm 6,54\%$ και $74,3 \pm 7,06\%$ της VO_{2max} αντίστοιχα και συμφωνούν με τα ερευνητικά δεδομένα των Kinterman και συν. (1978) που αναφέρονται στο ύψος του αναερόβιου κατωφλιού μέτρια προπονημένων αθλούμενων (70%-80% της VO_{2max}). Ερευνητές όπως οι Andrew και συν. (2000) υποστηρίζουν ότι η χρησιμοποίηση προπονητικών εντάσεων κοντά ή πάνω από αυτές που αντιστοιχούν στο τρέχον AT, προκαλούν σημαντικές βελτιώσεις αυτής της παραμέτρου. Βέβαια μεγάλο μέρος των ερευνητών υποστηρίζουν ότι οι μεγαλύτερες αυξήσεις στο AT παρατηρήθηκαν όταν εφαρμόστηκαν προπονητικά πρωτόκολλα υψηλών εντάσεων τα οποία προσέγγιζαν τη VO_{2max} (Henrize, Weltman, Schurre & Barlow 1985; Weltman et al., 1992). Κατά αυτόν τον τρόπο η στατιστικά σημαντική αύξηση 4,93% και 3,75% ως ποσοστό βελτίωσης της VO_{2max} (%AT), καθώς επίσης 7,81% και 6,07% ως ποσοστό βελτίωσης της ταχύτητας που παρουσίασε το αναερόβιο κατώφλι (vAT) στις ομάδες Β και Γ αντίστοιχα φαίνεται δικαιολογημένη, αφού στην παρούσα έρευνα τα διαλειμματικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν ασκούσαν κατά μέσο όρο επιβάρυνση (στις ομάδες Β και Γ αντίστοιχα), αρκετά πάνω από το κατώφλι και πολύ κοντά στη VO_{2max} . Το γεγονός επίσης ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση του AT μεταξύ των ομάδων συμφωνεί με την έρευνα των Burke, Thayer και Belcamino (1994). Οι παραπάνω ερευνητές διαπίστωσαν ότι η μικρού χρόνου διαλειμματική προπόνηση υψηλής έντασης μπορεί να προκαλέσει σημαντικές βελτιώσεις στο AT σε ένα διάστημα 6 εβδομάδων.

Δρομική οικονομία

Ένας άλλος παράγοντας που μελετήθηκε στην παρούσα έρευνα ήταν η δρομική οικονομία (RE) σε επιβαρύνσεις που αντιστοιχούν στο 70% της $\dot{V}O_{2max}$. Πιο συγκεκριμένα και παρά το γεγονός ότι παρατηρήθηκε μια τάση μείωσης της πρόσληψης οξυγόνου κατά (2,79%) (πίνακας 2) στην ομάδα Β (βελτίωση της RE) και (1,72%) στην ομάδα Γ αντίστοιχα, δεν ήταν στατιστικά σημαντική, ενώ στην ομάδα Α η RE δεν παρουσίασε σχεδόν καμία μεταβολή. Στη διεθνή βιβλιογραφία οι έρευνες οι οποίες ασχολήθηκαν με τις επιδράσεις της προπόνησης αντοχής στη RE αναφέρουν αντιφατικά αποτελέσματα (Andrew et al, 2000). Στην παρούσα έρευνα το σχετικά μικρό χρονικό διάστημα που διήρκεσε η προπονητική παρέμβαση ίσως να εξηγεί την ασήμαντη μεταβολή της RE που παρατηρήθηκαν στις ομάδες παρέμβασης. Το συμπέρασμα αυτό πηγάζει από το γεγονός σε πολλές ερευνητικές μελέτες κατά τις οποίες η RE δε μεταβλήθηκε ή χειροτέρεψε έχουν γενικά διάρκεια παρέμβασης παρόμοια με την παρούσα έρευνα (Bailey et al., 1991; Daniels et al., 1978; Saltin et al., 1968; Wilmore et al., 1970). Αντίθετα σε εκείνες στις οποίες παρατηρήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις της RE η διάρκεια της παρέμβασης κυμαίνονταν από 13 εβδομάδες έως 2 χρόνια (Anderson et al., 1996; Burkett et al., 1985; Conley et al., 1981; Daniels et al., 1974; Patton et al., 1977). Βέβαια, υπήρξαν έρευνες όπως των Franch και συν. (1998) κατά την οποία μέτρια γυμνασμένοι ασκούμενοι κατάφεραν να βελτιώσουν την RE τους μέσα σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (6 εβδομάδες) εφαρμόζοντας 1-3 φορές την εβδομάδα διαλειμματική προπόνηση. Άλλοι πάλι ερευνητές όπως οι Lake και Cavanagh, (1996) υποστηρίζουν ότι ο σημαντικότερος παράγοντας που οδήγησε στη μη βελτίωση της RE των μέτρια γυμνασμένων ασκούμενων που πήραν μέρος στην έρευνά τους ήταν το μικρό χρονικό διάστημα των 6 εβδομάδων της προπονητικής παρέμβασης που χρησιμοποιήθηκε. Οι Franch και συν. (1998) θεωρούν ότι η αύξηση της $\dot{V}O_{2max}$ σε μία υπομέγιστη ταχύτητα (χειροτέρευση της RE) ύστερα από προπόνηση αντοχής είναι ένα παροδικό φαινόμενο και οφείλετε στις αρχικά μεγάλες βελτιώσεις της $\dot{V}O_{2max}$ που παρατηρούνται. Με τις παραπάνω διαπιστώσεις φαίνεται να συμφωνούν και οι Billat και συν. (1999) οι οποίοι αναφέρουν ότι οι αυξήσεις της $\dot{V}O_{2max}$ και της ποσοστιαίας αναλογίας της $\dot{V}O_2$ στο AT (όπως συνέβη και στην παρούσα έρευνα) μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την RE. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης του ποσοστού του οξειδωμένου λίπους σε σχέση με τους υδατάνθρακες που χρησιμοποιείτε για την παραγωγή ενέργειας στη δοσμένη υπομέγιστη

ταχύτητα. Είναι γνωστό ότι η κατανάλωση οξυγόνου είναι μεγαλύτερη για την αποδόμηση του γλυκογόνου (Zintl, 1993). Οι Franch και συν. (1998) συμπληρώνουν ότι κατά τα πρώτα στάδια των προπονητικών προσαρμογών η σημαντική αύξηση της VO_2max φαίνεται να είναι ίσως ο καθοριστικός παράγοντας βελτίωσης της επίδοσης σε ένα αγώνισμα αντοχής. Στα επόμενα στάδια όμως και ενώ η VO_2max φτάνει σε «πλατώ», η βελτίωση της επίδοσης φαίνεται να αυξάνει μέσω και της βελτίωσης της RE. Οι μηχανισμοί παρόλα μπορεί να οδηγήσουν στη βελτίωση της RE μετά από συγκεκριμένους τύπους αντοχής παραμένουν αδιευκρίνιστοι.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

1) Οι αερόβιες διαλειμματικές μέθοδοι μικρού (15sec) και ακραία μικρού χρόνου (6sec) φαίνεται ότι προκαλούν σε χρονικό διάστημα δέκα εβδομάδων σημαντικές βελτιώσεις της VO_2max και της vVO_2max σε μέτρια γυμνασμένους ποδοσφαιριστές, γεγονός που συμφωνεί με τις διαπιστώσεις παρόμοιων ερευνών (Franch et al., 1998; Billat, 1999b; Smith et al., 1999).

2) Και τα δύο διαλειμματικά πρωτόκολλα φαίνεται ότι προκαλούν σημαντικές βελτιώσεις του αναερόβιου κατωφλίου (%AT, vAT) συμπέρασμα που συμφωνεί με άλλες έρευνες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν πρωτόκολλα παρόμοιων εντάσεων (Franch et al., 1998; Dupont et al., 2004; Ferrari et al., 2007).

3) Οι διαλειμματικές μέθοδοι μικρού και ακραία μικρού χρόνου δεν φαίνεται να προκαλούν στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις της RE σε διάστημα (10 εβδομάδες) σε μέτρια γυμνασμένους ποδοσφαιριστές. Τα παραπάνω αποτελέσματα έρχονται σε αντίθεση με τις διαπιστώσεις άλλων ερευνών (Franch et al. 1998), αλλά συμφωνούν με αυτά των Lake et al. (1996). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην παρούσα έρευνα η διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου προκάλεσε μία τάση βελτίωσης της RE η οποία δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Γενικότερα στη διεθνή βιβλιογραφία οι έρευνες οι οποίες μελέτησαν τις επιδράσεις της προπόνησης αντοχής στη RE αναφέρουν αντιφατικά αποτελέσματα (Andrew et al., 2000).

Εντούτοις η διερεύνηση του θέματος δεν θα πρέπει να σταματήσει στο σημείο αυτό. Θα πρέπει, ίσως να μελετηθούν και άλλες φυσιολογικές παράμετροι όπως μεταβολικές, ορμονικές, και ψυχολογικές οι οποίες θα διασαφηνίσουν περισσότερες πτυχές της σύγκρισης προγραμμάτων για την ανάπτυξη της αερόβιας ικανότητας. Επίσης, προτείνεται η επανάληψη της παρούσης έρευνας με εφαρμογή διαφορετικών πρωτοκόλλων διαλειμματικής άσκησης (διαλειμματική μακρού χρόνου και διαλειμματική ακραία μικρού χρόνου υψηλότερης έντασης). Παράλληλα θα ήταν ενδιαφέρουσα η σύγκριση της οξείας επίδρασης της διαλειμματικής έναντι της συνεχόμενης μεθόδου στην παιδική ηλικία η σε ενήλικες και η διερεύνηση της επίδρασης της ηλικίας και του φύλου. Επίσης οι συγκρίσεις

αιματολογικών δεικτών και μυϊκής βιοψίας θα μπορούσαν να αποτελέσουν αφορμή για την ενδελεχή έρευνα του φαινομένου, καθώς επίσης και η σύγκριση της οξείας επίδρασης διαλειμματικής έναντι της συνεχόμενης μεθόδου και η συσχέτιση των δεικτών υποκειμενικής κόπωσης, ψυχολογικών παραγόντων με τα εργαστηριακά δεδομένα θα προσέθετε νέες ενδιαφέρουσες πληροφορίες στο χώρο της προπονητικής επιστήμης. Συνοψίζοντας προτείνεται η μελέτη της αποπροσαρμογής (μείωση αερόβιας ικανότητας) που συντελείται μετά το τέλος της παρούσας έρευνας σε ένα διάστημα 1,2,3 και 4 εβδομάδων αποχής από οποιαδήποτε κινητική δραστηριότητα ή συμμετοχής σε πρόγραμμα χαμηλής έντασης 50-60% της VO_2max . Επίσης επανάληψη της ίδιας έρευνας και μέτρηση κάθε εβδομάδα, διαφόρων δεικτών κόπωσης, διαμέσου της λήψης αίματος. Και τέλος μελέτη της επίδρασης ενός μεικτού πρωτοκόλλου που θα αποτελείται από μία διαλειμματική προπόνηση μικρού χρόνου, μια ακραία μικρού χρόνου και ένα συνεχόμενο μετρίας έντασης (65-70% VO_2max) το οποίο θα συγκρινόταν με τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα ως προς την αποτελεσματικότητα στη βελτίωση των καρδιοαναπνευστικών δεικτών αντοχής.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Anderson, T. (1996). Biomechanics and running economy. *Sports Med*, 22 (2), 76-89.
- Astrand, I. Astrand, P. O. & Christensen, E.H. (1960). Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand*, 48, 448-453.
- Bailey, S. & Pate, R. (1991) Feasibility of improving running economy. *Sports Medicine*, 12, 228-236.
- Balsom, P. (1994). *Evaluation of physical performance. In: Football (Soccer)*. Oxford: Blackwell Scientific.
- Balsom, P. Seger, B. Sjodin, P. & Ekblom. (1992). Maximal - intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int. J. Sports Med*, 13, 528-533.
- Bangsbo, J. (1992). Time and motion characteristics of competition soccer. *Sci Football*, 6, 34-40.
- Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand*, 151, S619.
- Basset, D. & Howley, E. (2000). Limiting factors for maximal oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1381-1398.
- Billat, L. Renoux, J. & Pinoteau, J. (1994). Times to exhaustion at 100% of velocity at Vo₂max, and modelling of the time limit/ velocity relationship in elite long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 271-273.

- Billat, V. Renoux, J. & Pinoteau, J. (1994). Times to exhaustion at 100 % of velocity at VO₂max, and modelling of the time limit/ velocity relationship in elite long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 271-273.
- Billat, V. (2001a). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice Special Recommendations for Middle and Long Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. *Sports Medicine*, 31 (1), 13-31.
- Billat, V. (2001). Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice Special Recommendations for Middle and Long Distance Running. Part II: Anaerobic Interval Training. *Sports Medicine*, 31 (2), 75-90.
- Billat, V. (2001a). Interval training for performance: A scientific and empirical practice. Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31 (1), 13-31.
- Billat, V. Blondel, N. & Berthoin, S. (1999b) Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 159-161.
- Billat, V. Flechet, B. Muriac, G. & Koralsztein, J. (1999). Interval training at VO₂max: Effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 156-163.
- Billat, V. Flechet, B. Petit, B. Muriaux, G. & Koralsztein, J. (1999 a) Interval training at VO₂max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 156 –163.
- Billat, V. & Koralsztein, J. (1996b) Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine*, 22, 90-108.
- Billat, V. Pinoteau, J. & Petit, B. (1996a) Use of time to exhaustion at VO₂max for interval training calibration. *Mot Sci*, 28, 3-20.

- Billat, V. Slawinski, J. Bosquet, V. Demarle, A. Lafitte, L. & Chassaing, P. (2000). Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but sub maximal runs. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 188-196.
- Billat, V. & Koralsztein, J. (1996). Significance of the velocity at $\dot{V}O_{2\max}$ and time to exhaustion at this velocity. *Sports Med*, 22, 90-108.
- Bosquet, L. Léger, L. & Legros, P. (2002). Methods to Determine Aerobic Endurance. *Sports Medicine*, 32 (11), 675-700.
- Brooks, G. Fahey, T. & White, T. (1996). *Exercise physiology*, 2nd ed. Mayfield, California, Mountain View Christensen, F., Hedman, R., & Saltin T.P. (1960). Intermittent and continuous running. *Acta Physiologica Scandinavica*, 50, 269-286.
- Billat, V. (2001a). Interval training for performance: A Scientific and empirical practice. Aerobic interval training. *Sports Medicine*, 31, 13-31.
- Burke, J. Thayer, R. & Belcamino, M. (1994). Comparison of effects of two interval-training programmes on lactate and ventilatory thresholds. *Br J Sports Med*, 28 (1), 18-21.
- Burkett, N. Kohrt, M. & Buchbinder, R. (1985). Effects of shoes and foot orthotics on $\dot{V}O_2$ and selected frontal plane knee kinematics. *Med Sci Sports Exerc*, 17 (1), 158-63.
- Carter, H. Jones, A. & Doust, J. (1999). Effect of six weeks of endurance training on the lactate minimum speed. *Journal of Sports Sciences*, 17 (12), 957-967.
- Casajus, J. (2001). Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 41, 463-469.

- Christina, K. White, S. & Gilchrist, L. (2001). Effect of localized muscle fatigue on vertical ground reaction forces and ankle joint motion during running. *Human Movement Science*, 20, 257-276.
- Coggan, A. (1997). Plasma glucose metabolism during exercise: effect of endurance training in humans. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (5), 620-627.
- Conley, D. Krahenduhl, G. (1980). Running economy and distance running performance of high trained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 12 (5), 357-360.
- Costill, D. Thomason, H. & Roberts, E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 5, 248-252.
- Daniels, J. & Daniels, N. (1992). Running economy of elite male and elite female runners. *Med Sci Sports Exerc*, 24 (4), 483-9.
- Daniels, J. & Scardina, N. (1984). Interval training and performance. *Sports Medicine*, 1, 327-334.
- Daniels, J. Yarborough, R. & Foster, C. (1978). Changes in VO₂ max and running performance with training. *European Journal of Applied Physiology*, 39, 249-254.
- Davies, C. & Knibbs, A. (1971). The training stimulus .The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. *International Angewandte Physiology*, 29, 299-305.
- Demarie, S. Koralsztein, J. & Billat, V. (2000). Time limit and time at VO₂ max during a continuous and an intermittent run. *J Sports Med Phys Fitness*, 40 (2), 96–102.
- Denis, C. Fouquet R. Poty, P. Geyssant, A. & Lacour, J. (1982). Effect of 40 weeks of endurance training on the anaerobic threshold. *Int J Sports Medicine*, 3, 208-214.

- Dudley, G. Abraham, W. & Terjung, R. (1982). Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 53 (4) 844-850.
- Dupont, G. Akakpo, K. & Berthoin, S. (2004). The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*, 18 (3), 584-9.
- Dupont, G. Blondel, N. Lensele, G. & Berthoin, S. (2002). Critical velocity and time spent at a high level of $\dot{V}O_2$ for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Can. J. Appl. Physiol*, 27, 103–115.
- Dupont, G. Blondel, N. Lensele, G. & Berthoin, S. (2002). Critical velocity and time spent at a high level of $\dot{V}O_2$ for short intermittent runs at supramaximal velocities. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 27 (2), 103-115.
- Edwards, R. Ekelund, L. & Harris, R. (1973). Cardiorespiratory and metabolic costs of continuous and intermittent exercise in man. *J Physiol (Lond)*, 234, 481- 497.
- Eklom (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50-60.
- Esfarjani, F. & Laursen, P. (2007). Manipulating high-intensity interval training: Effects on $\dot{V}O_{2max}$ the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 27-35.
- Essen, B. (1978). Glycogen depletion of different fibre types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. *Acta Physiol Scand*, 103, 446-55.
- Ferrari Bravo, D Impellizzeri, F. Rampinini, E. Castagna, C. Bishop, D. & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med*, 29 (8), 668-74.
- Foss, M. & Keteyjan, S. (1998). *The Physiological Basic of Exercises & Sports*. 6th Edition.

- Fox, E. Bartels, R. & Billing, C. (1975). Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. *Journal of Applied Physiology*, 38, 481-484.
- Franch, J. Madsen, K. & Djurhuus, M. (1998). Improved running economy following intensified training correlates with reduced ventilatory demands. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1250-1256.
- Gaesser, G. & Poole, D. (1996). The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. *Exerc Sports Sci Rev*, 24, 35-71.
- Gorostiaga, E. Walter, C. Foster, C. & Hickson R.(1991). Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 63, 101–107.
- Green, H. Jones, L. & Painter, D. (1990). Effects of short-term training on cardiac function during prolonged exercise. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 22 (4), 488-493.
- Grosser, M. & Starischka, S. (2000). *Προπόνηση Φυσικής Κατάστασης σε όλα τα αθλήματα και τις ηλικίες*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Σάλτο.
- Helgerud, J. Engen, L. Wisloff, U. & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33, 1925–1931.
- Helgerud, J. Høydal, E. & Wang. (2007). Aerobic high intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 39, 665-671.
- Henriksson, J. (1992). Effects of physical training on the metabolism of skeletal muscle. *Diabetes Care*, 15 (11), 1701-1711.

- Henritze, J. Weltman, A. Schurrer, R. Barlow, K. (1985). Effects of training at and above the lactate threshold on the lactate threshold and maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 54 (1), 84-8.
- Hickson, R. Hagberg, J. & Ehsani, A. (1981). Time course of adaptive responses of aerobic power and heart rate to training. *Medicine and Science in sports and Exercise*, 13, 17-20.
- Hill, D. Williams, C. & Burt, S. (1997). Responses to exercise at 92% and 100% of the velocity associated with VO₂max. *International journal of sports medicine*, 18 (5), 325-329.
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Science*, 23 (6), 573-582.
- Hoff, J. Wisloff, U. Engen, L. Kemi, O. & Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 218-221.
- Howley, E. Bassett, D. & Welch, H. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in sports and Exercise*, 27, 1292-1301.
- Impellizzeri, F. Marcora, S. Castagna, C. Reilly, T. Sassi, A. Iaia, F. & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med*, 27 (6), 483-92.
- Jones, A. & Carter, H. (2000). The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Medicine*, 29 (6), 373-386.
- Jones, A. & Doust, J. (1998). The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 1304-1313.

- Joyner, M. & Coyle, E. (2007). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *Journal of Physiology*, 586 (1), 35-44.
- Keith, S. Jacobs, I. & McLellan, T.(1992). Adaptations to training at the individual anaerobic threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 65, 316-323.
- Κέλλης, Σ. (2004). *Προπονητική*. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία δημοσιευμάτων ΑΠΘ.
- Κλεισούρας, Β. (2004). *Εργοφυσιολογία*. Αθήνα. Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Lacour, J. Padilla-Magunacelaya, S. Barthélémy, J. & Dormois, D. (1990). The energetics of middle-distance running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 60 (1), 38-43.
- Lacour, J. Padilla-Magunacelaya, S. Chatard, J. Arsac, L. & Barthélémy, J. (1991). Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 62 (2),77-82.
- Lake, M. & Cavanagh, P. (1996). Six weeks of training does not change running mechanics or improve running economy. *Med Sci Sports Exerc*, 28 (7), 860-9.
- Laursen, P. & Jenkins, D. (2002). The scientific basis for high intensity interval training. Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. *Sports Medicine*, 32, 53-73.
- Lucia, A. Hoyos, J. & Chicharro, J. (2000). The slow component of VO₂ in professional cyclists. *Br J Sports Med*, 34, 367-74.
- Martin, W. Dalsky, B. Hurley, D. Matthews, D. Bier, J. & Hagberg, M. (1993) Effect of endurance training on plasma free fatty acid turnover and oxidation during exercise. *American Journal of Physiology*, 1, 265.

- Medbo, J. & Tabata I. (1990). Relative importance of aerobic and anaerobic energy release during short-lasting exhausting bicycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, 67, 1881-1886.
- Metaxas, T. Koutlianos, N. Kouidi, E. & Deligiannis, A. (2005). Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (1), 79-84.
- Midgley, A. & Naughton, L. (2006) Time at or near VO₂ max during continuous and intermittent running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 1-14.
- Millet, G. Candau, R. Fattori, P. Bignet, F. & Varray, A. (2003a). VO₂ responses to different intermittent runs at velocity associated with VO₂ max. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28, 410–423.
- Morgan, D. & Craib, M. (1992). Physiological aspects of running economy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 24, 456–461.
- Moritani, T. Nagata, A. DeVries H. & Muro, M. (1981). Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics*, 24, 339-335.
- Nielsen, B. Hyldig, T. Bidstrup, F. González-Alonso, J. & Christoffersen, G. (2001). *Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat.*, 442 (1), 41-8.
- Noakes, T. (1991). *Lore of running Champaign (IL): Human Kinetics*.
- Overend, T. Paterson, D. & Cunningham D. (1992). The effect of interval and continuous training on the aerobic parameters. *Can J Sport Sci*, 17, 129-13.
- Pate, R. & Branch, J. (1992). Training for endurance sports. *Med Sci Sports Exerc*, 24, S340-3.

- Patton, J. & Vogel, J. (1977). Cross-sectional and longitudinal evaluations of an endurance training program. *Med Sci Sports*, 9 (2), 100-103.
- Rampinini, E. Bishop, D. Marcora, S. Ferrari Bravo, D. Sassi, R. & Impellizzeri, FM. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *Int J Sports Med*, 28, 228-235.
- Reilly, T. (1997). Energetics of High Intensity Exercise (Soccer) with Particular Reference to Fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 3 (5), 257-263.
- Reilly, T. (2005). An ergonomics model of soccer training process. *Journal of Sports Sciences*, 23 (6), 561-572.
- Robinson, D. Robinson, S. Hume, P. & Hopkins, W. (1991). Training intensity of elite male distance runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 23, 1078-1082.
- Rohde, H. & Espersen, T. (1988). Work intensity during soccer training and matchplay. *Science and Football*. London: E & FN SPON: Chapman & Hall.
- Saltin, B. Hartley, L. Kilbom, A. & Astrand, I. (1969). Physical training in sedentary middle-aged and older men. II. Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate concentration at submaximal and maximal exercise. *Scand J Clin Lab Invest*, 24 (4), 323-34.
- Saltin, B. Blomqvist, J. & Mitchell, J. (1968). Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation*, 26, 1-55.
- Simoneau, J. Lortie, G. Boulay, M. Marcotte, M. & Thibault, M. (1985). Human skeletal muscle fiber type alteration with high-intensity intermittent training. *Eur. J. Appl. Physiol*, 54, 250-253.

- Smith, T. McNaughton, L. & Marshall, K. (1999). Effects of 4-wk training using V_{max}/T_{max} on VO₂max and performance in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 892-896.
- Smith, T. Coombes, J. & Geraghty, D. (2003) Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O₂ uptake and the time for which this can be maintained *European Journal of Applied Physiology*, 89, 337–343.
- Spencer, M. Bishop, D. Dawson B, & Goodman C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*, 35, 1025–1044.
- Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Science*, 23 (6), 601-618.
- Tabata, I. Nishimura, K. Kouzaki, M. Hirai, Y. Ogita, F. Miyachi, M. & Yamamoto, K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and V_O2max. *Med. Sci. Sports Exer*, 28, 1327–1330.
- Tardieu-Berger, M. Thevenet, D. Zouhal, H. & Prioux, J. (2004). Effects of active recovery between series on performance during an intermittent exercise model in young endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 145-152.
- Thevenet, D. Tardieu, M. Zouhal, H. Jacob, C. Abderrahman, B. & Prioux, J. (2007a). Influence of exercise intensity on time spent at high percentage of maximal oxygen uptake during an intermittent session in young endurance-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 102, 19-26.
- Wanger, P. (2000). New ideas of limitations to VO₂ max. *Exerc Sport Sci Rev.*, 28 (1), 10-14. Weltman A (1989). The lactate threshold and endurance performance. *Adv Sports Med Fitness*, 2, 91-116.

- Weineck, J. (1997). *Φυσική κατάσταση στο ποδόσφαιρο*. Θεσσαλονίκη. Εκδόσεις Σάλτο.
- Wenger, H. & Bell, G. (1986). The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. *Sports Medicine*, 3, 346–356.
- Whipp, B. (1994) The slow component of O₂ uptake kinetics during heavy exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, 1319-1326.
- Whyte, G. George, K. Sharma, S. Lumley, S. Gates, P. Prasad, K. & McKenna, W. (2000). Cardiac fatigue following prolonged endurance exercise of differing distances. *Med Sci Sports Exerc*, 32 (6), 1067-72.
- Wilmore, J. Royce, J. Girandola,, R. Katch, F. & Katch, V. (1970). Physiological alterations resulting from a 10-week program of jogging. *Med Sci Sports*, 2 (1), 7-14.
- Wragg, C. Maxwell, N. & Doust, J. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83, 77–83.
- Zintl, F. (1993). *Προπόνηση αντοχής-Θεωρητικές βάσεις, Μεθοδολογία, Καθοδήγηση, ρύθμιση της προπόνησης*. Εκδόσεις SALTO.

